

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ**  
**ΕΡΓΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΛΑΜΠΡΟΥ**

**ΤΙΤΛΟΣ**

**ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΑΜΒΩΤΙΔΑΣ**  
**ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ RIBASIM**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**  
**ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**  
**ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 1998**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή την ολοκλήρωση της διπλωματικής αυτής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη, Επίκουρο Καθηγητή του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, που με την ανάθεση της διπλωματικής αυτής εργασίας, μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα πρόβλημα της ιδιαίτερης πατρίδας μου (ξέρετε τι σημαίνει αυτό για έναν Ηπειρώτη).

Ένα ιδιαίτερα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Παναγιώτη Τσουμάνη, Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, που χωρίς την βοήθεια του οποίου δεν θα είχε ολοκληρωθεί αυτή η εργασία.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω :

τον κ. Νικόλαο Μαμάση, Επιστημονικό Συνεργάτη του τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου,

τον κ. Παναγιώτη Κουτσούκο, Γεωπόνο - Μελετητή

τον κ. Ελευθέριο Καλογιάννη, πρώην βουλευτή Ιωαννίνων

τον κ. Μάνθο Πάλλα, Πολιτικό Μηχανικό

τον κ. Βασίλειο Σίντο, Προϊστάμενο του Τμήματος Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ

τον κ. Νικόλαο Β. Σούλη, Γεωπόνο - Εδαφολόγο

τον κ. Γεώργιο Τσιατούρα, Γεωπόνο

τον κ. Δημήτρη Φωτιάδη, Καθηγητή Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

τον κ. Δημήτριο Ζαρρή, Πολιτικό Μηχανικό

καθώς και όλους τους υπευθύνους των αρμοδίων υπηρεσιών της Νομαρχίας Ιωαννίνων, της Δ.Ε.Λ.Ι. (Δημοτική Επιχείρηση Λίμνης Ιωαννίνων), Δ.Ε.Υ.Α.Ι. (Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Ιωαννίνων) και Ι.Γ.Μ.Ε. (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) Πρεβέζης, για την παραχώρηση των στοιχείων τους και για την συνεργασία τους.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Τρισκελίδη Συμεών και κ. Δημήτριο Σιαβελή για τη μέγιστη προσφορά τους.

Και τελευταία αλλά πάνω από όλους θέλω να ευχαριστήσω ΤΗΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΜΟΥ, γι' αυτό που είναι για εμένα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b>	
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	2
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b>	
<b>ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΟΥ ΚΑΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ</b>	
2.1 Γενική Περιγραφή Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου	5
2.2 Ταμιευτήρες και Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b>	
<b>ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΤΩΝ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ</b>	
3.1 Λεκάνη των Ιωαννίνων	18
3.1.1 Γεωλογία της λεκάνης	18
3.1.2 Καρστικά συστήματα λεκάνης Ιωαννίνων	18
3.1.3 Αποστράγγιση της λεκάνης των Ιωαννίνων	21
3.2 Η Λίμνη των Ιωαννίνων	24
3.2.1 Γενική περιγραφή της λίμνης των Ιωαννίνων	24
3.2.2 Γεωλογία της λίμνης	28
3.2.3 Βιολογική εξέλιξη της λίμνης	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b>	
<b>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ</b>	
4.1 Άρδευση	35
4.2 Αλιεία	35
4.3 Αναψυχή - Τουρισμός	37
4.4 Αθλητισμός	37
4.5 Κτηνοτροφία	38

4.6 Καταπατήσεις	38
------------------	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

5.1 Προσομοίωσης Συστήματος Υδατικών Πόρων	42
5.1.1 Γενικές αρχές σχηματοποίησης συστήματος	42
5.1.2 Σχηματοποίηση υφιστάμενης κατάστασης	45
5.2 Πρόγραμμα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων	47
5.3 Υδρολογικά Δεδομένα	51
5.3.1 Μεθοδολογία υπολογισμού της βροχόπτωσης	51
5.3.2 Αποτελέσματα μέσης ετήσιας βροχόπτωσης	54
5.3.3 Θερμοκρασία	54
5.3.4 Απορροή	54

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

6.1 Γενικό υδρολογικό ισοζύγιο λεκάνης λίμνης Ιωαννίνων	61
6.2 Ανάλυση δείγματος βροχοπτώσεων	63
6.3 Ανάγκες σε νερό	66
6.3.1 Ανάγκες ύδρευσης	66
6.3.2 Ανάγκες άρδευσης	66
6.4 Σχηματοποίηση της λεκάνης των Ιωαννίνων	70
6.5 Αποτελέσματα	73
6.7 Μελλοντική κατάσταση	78

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΡΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΤΩΝ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

7.1 Μεταφορά νερού από άλλες υδρολογικές λεκάνες (Αώου, Αράχθου, Καλαμά)	83
7.2 Εμπλουτισμός με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων σε συνδυασμό με την κατασκευή ΥΗΕ στους ποταμούς Αώο, Άραχθο, και Καλαμά	86
7.2.1 Γενικά	86

	Σελ.
7.2.2 Περιγραφή Δεδομένων	86
7.2.3 Πρόταση	87
7.2.3.1 Προτεινόμενα Έργα	87
7.2.3.2 Οικονομοτεχνικά χαρακτηριστικά	89
7.2.3.3 Υδροηλεκτρικά Έργα	90
7.2.3.4 Χρόνος Κατασκευής	90
7.2.3.5 Χρηματοδότηση Έργων	90
7.2.3.6 Επιπτώσεις	91
7.3 Υδροηλεκτρικό έργο Κήπων Ζαγορίου σε συνδυασμό με τον εμπλουτισμό με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων	96
7.3.1 Γενικά	96
7.3.2 Πρόταση	96
7.3.2.1 Προβλήματα Περιβάλλοντος	97
7.3.2.2 Προβλήματα Στεγανότητας Λεκάνης	99
7.3.2.3 Οικονομικά χαρακτηριστικά	99
7.4 Εμπλουτισμός της λίμνης Ιωαννίνων, ύδρευση και άρδευση του λεκανοπεδίου και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δια της μεταφοράς νερού με φυσική ροή από πηγές Αώου και Μετσοβίτικου ποταμού	102
7.4.1 Πρόταση	102
7.4.2 Αξιολόγηση	102
7.4.2.1 Οικονομικά χαρακτηριστικά	105
7.5 Εμπλουτισμός της λίμνης Ιωαννίνων, ύδρευση και άρδευση του λεκανοπεδίου από την οροσειρά της Πίνδου	106
7.5.1 Γενικά	106
7.5.2 Πρόταση	106
7.5.2.1 Οφέλη	108
7.5.2.2 Οικονομικά χαρακτηριστικά	109

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup></b>	
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	115

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι το απαραίτητο στοιχείο για τη ζωή και επιπλέον μια από τις σημαντικότερες πρώτες ύλες, χωρίς την οποία είναι αδιανόητη κάθε παραγωγική δραστηριότητα. Ένα από τα πρώτα αγαθά που αξιοποίησε ο άνθρωπος ήταν το νερό, ενώ γύρω από το οποιασδήποτε μορφής υδατικό στοιχείο συγκεντρώθηκε η ζωή και αναπτύχθηκαν οι πρώτες κοινωνίες.

Όντας ένας ανανεώσιμος φυσικός πόρος αλλά και μια πηγή ενέργειας, το ενδιαφέρον για τη χρήση και διαχείρισή του είναι αυτονόητα πολύ μεγάλο, μιας και τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στην εξεύρεση και εκμετάλλευση μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού. Ήδη, σε πολλές περιοχές του κόσμου υπάρχουν προστριβές μεταξύ κρατών για τον έλεγχο των υδατικών αποθεμάτων διακρατικών ποταμών (Τουρκία - Ιράν), και δεν είναι λίγοι αυτοί που πιστεύουν ότι ο 3<sup>ος</sup> παγκόσμιος πόλεμος θα γίνει για το νερό.

Ειδικότερα, πολλές από τις φυσικές λίμνες, τα τελευταία χρόνια αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα, τα οποία πηγάζουν από δύο αιτίες. Η πρώτη είναι η υπερεκμετάλλευση του υδατικού τους δυναμικού για την ικανοποίηση των συνεχώς αυξανόμενων υδατικών αναγκών. Η δεύτερη είναι η ρύπανσή τους, που προκαλείται από τη διάθεση σε αυτές, αστικών, βιομηχανικών αποβλήτων καθώς και από γεωργικές δραστηριότητες.

Η λίμνη των Ιωαννίνων, γνωστή και ως Παμβώπιδα, αντιμετωπίζει εδώ και χρόνια έντονο πρόβλημα ποιότητας αλλά και ποσότητας νερού (τους θερινούς μήνες), αποτέλεσμα της μακροχρόνιας, αλόγιστης και απρογραμματίστης απόληψης όγκων νερού, για την κάλυψη των πολλαπλών υδατικών αναγκών της ευρύτερης περιοχής. Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες προσέγγισης του προβλήματος, αλλά οι περισσότερες από αυτές δεν έχουν αποδώσει καρπούς, γιατί δεν αποτελούσαν μέρος ενός ευρύτερου και μακροχρόνιου προγραμματισμού.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας, είναι η μελέτη της υδρολογικής πλευράς του προβλήματος της λίμνης των Ιωαννίνων και των λύσεων που έχουν προταθεί για την αντιμετώπισή του. Η μεθοδολογία που ακολουθείται αξιοποιεί το πακέτο λογισμικού RIBASIM και των συνοδευτικών προγραμμάτων του. Το λογισμικό αυτό κατασκευάστηκε από τον Ολλανδικό οίκο Delft Hydraulics, και εφαρμόστηκε στα πλαίσια ενός ευρύτερου προγράμματος του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας (ΥΒΕΤ), που αποτέλεσε και τη βάση της παρούσας εργασίας.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται μια γενική περιγραφή της σημερινής εικόνας της λίμνης και όλων της των παραμέτρων. Με βάση τις υδατικές ανάγκες του λεκανοπεδίου, αλλά και τα υδρολογικά δεδομένα της περιοχής, γίνεται μια εκτίμηση των υδατικών αναγκών της λίμνης. Η υδρολογική επεξεργασία, γίνεται με μια σειρά υπολογιστικών προγραμμάτων σε Η/Υ, και τα αποτελέσματά της χρησιμοποιούνται για το επόμενο στάδιο της μελέτης, που είναι το διαχειριστικό μέρος της περιλαμβανομένου και των υδατικών αναγκών.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας συγκεντρώνονται όλες οι προτάσεις που έχουν γίνει για την άρδευση και ύδρευση του λεκανοπεδίου καθώς και για τον εμπλουτισμό και την ποιοτική αναβάθμιση του νερού της λίμνης. Αυτές οι προτάσεις εξετάζονται και κρίνονται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια :

*Περιβαλλοντικά.* Σήμερα όσο ποτέ άλλοτε, γίνεται επιτακτική η ανάγκη διαφύλαξης του περιβάλλοντος και με δεδομένη την οικολογική ευαισθησία της περιοχής μελέτης, ο παράγοντας αυτός έχει ιδιαίτερα μεγάλη σημασία.

*Οικονομοτεχνικά.* Οι προτεινόμενες λύσεις πρέπει να έχουν τεχνική αρτιότητα αλλά και να είναι οικονομικά συμφέρουσες, κυρίως αφού η περιοχή μελέτης είναι η φτωχότερη περιφέρεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

*Χρονικά.* Ο χρονικός παράγοντας έχει σημαντικό ρόλο γιατί οι ρυθμοί επιβάρυνσης της λίμνης είναι συνεχώς αυξανόμενοι.

*Αναπτυξιακά.* Τόσο για την περιοχή κατασκευής των έργων όσο και για την ευρύτερη περιοχή μελέτης, εξετάζοντας οφέλη και ζημιές.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

## ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΟΥ ΚΑΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

### 2.1 Γενική περιγραφή του υδατικού διαμερίσματος της Ηπείρου

Η Ηπειρος βρίσκεται στα βορειοδυτικά της Ελλάδας, μεταξύ του Ιονίου Πελάγους και της οροσειράς της Πίνδου (χάρτης 2.1). Συνορεύει ΒΔ με την Αλβανία, ΒΑ με την Μακεδονία, Α με τη Θεσσαλία, ΝΑ με την Αιτωλοακαρνανία, ενώ Ν και ΝΔ βρέχεται από τον Αμβρακικό κόλπο και το Ιόνιο Πέλαγος αντίστοιχα. Βρίσκεται μεταξύ των συντεταγμένων :

προς Βορρά	: βόρειο πλάτος	40° 10'
προς Νότο	: βόρειο πλάτος	39° 10'
προς Δυσμās	: ανατολικό μήκος	20° 10'
προς Ανατολάς	: ανατολικό μήκος	21° 15'

Το μεγαλύτερο υψόμετρο της Ηπείρου φτάνει τα 2.637 m στο Σμόλικα, ενώ το μέσο υψόμετρο στα 715 m, που είναι και το μεγαλύτερο από όλα τα διαμερίσματα της χώρας, της οποίας το μέσο υψόμετρο είναι της τάξης των 500 m. Πρόκειται φυσικά για ορεινή περιοχή, με έντονο ανάγλυφο, λόγω του μεγάλου κατακόρυφου και οριζόντιου διαμελισμού της στην οποία διακρίνονται οι παρακάτω ζώνες :

Χαμηλή	0 - 200	m	1.448,5 km <sup>2</sup>	15,7 %
Ημιορεινή	201 - 500	m	2.300,7 km <sup>2</sup>	25,0 %
Ορεινή	501-1500	m	4.707,3 km <sup>2</sup>	51,1 %
Υψηλή	1501 - 2637	m	746,3 km <sup>2</sup>	8,1 %

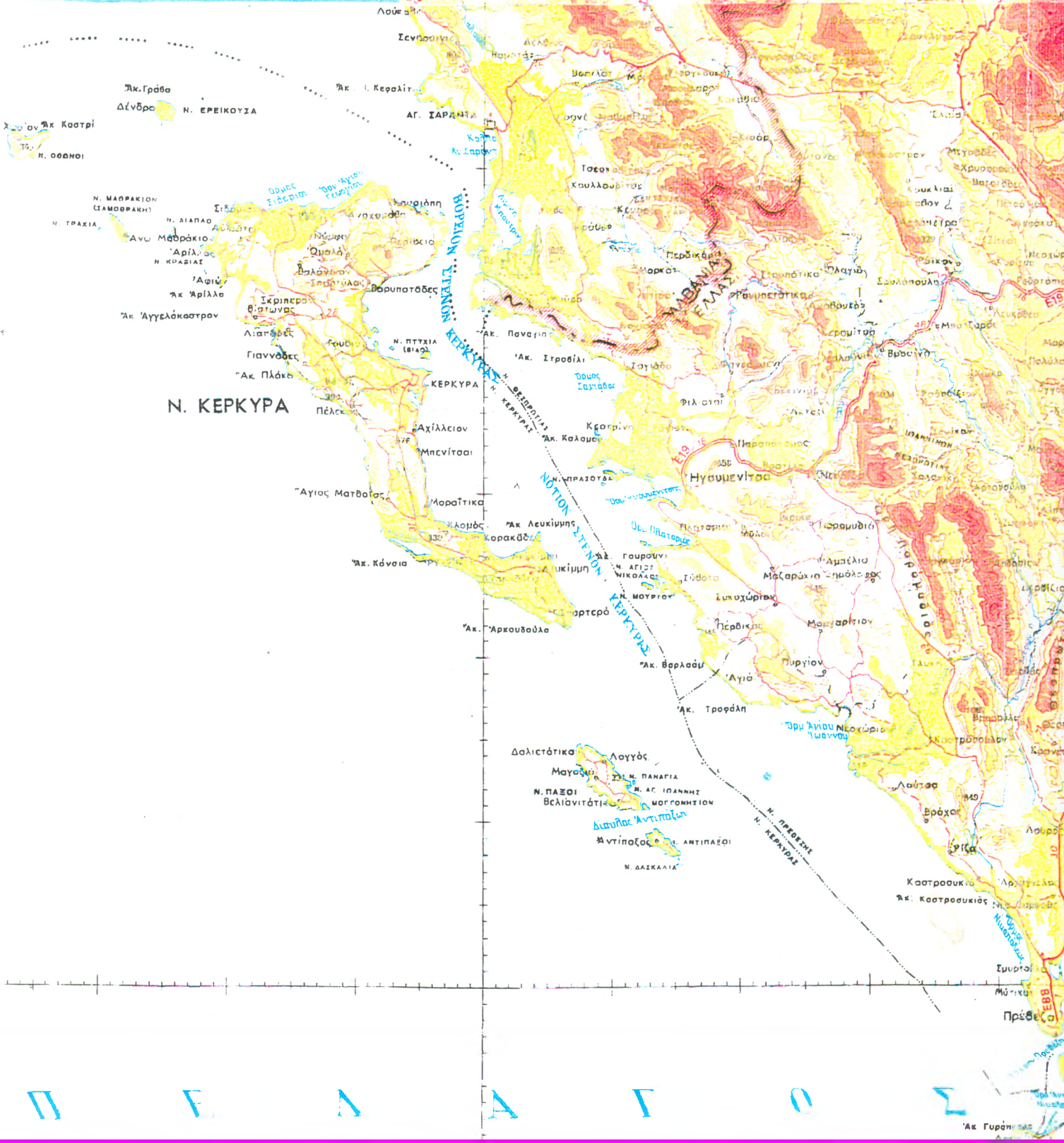
Το συνολικό εμβαδό είναι 9.203 km<sup>2</sup> και αντιπροσωπεύει το 6.9 % του εμβαδού της χώρας. Ο πληθυσμός, με βάση την απογραφή του 1991, ανέρχεται σε 339.210 κατοίκους, ποσοστό 3,3% της χώρας (Σούλης, 1994).

Το υδατικό διαμέρισμα (Υ.Δ.) της Ηπείρου (χάρτης 2.2), στη Βορειοδυτική Ελλάδα, εκτείνεται σχεδόν σε όλο το αντίστοιχο γεωγραφικό και περιλαμβάνει επιπλέον μικρά τμήματα των νομών Καστοριάς, Γρεβενών, Τρικάλων, και της



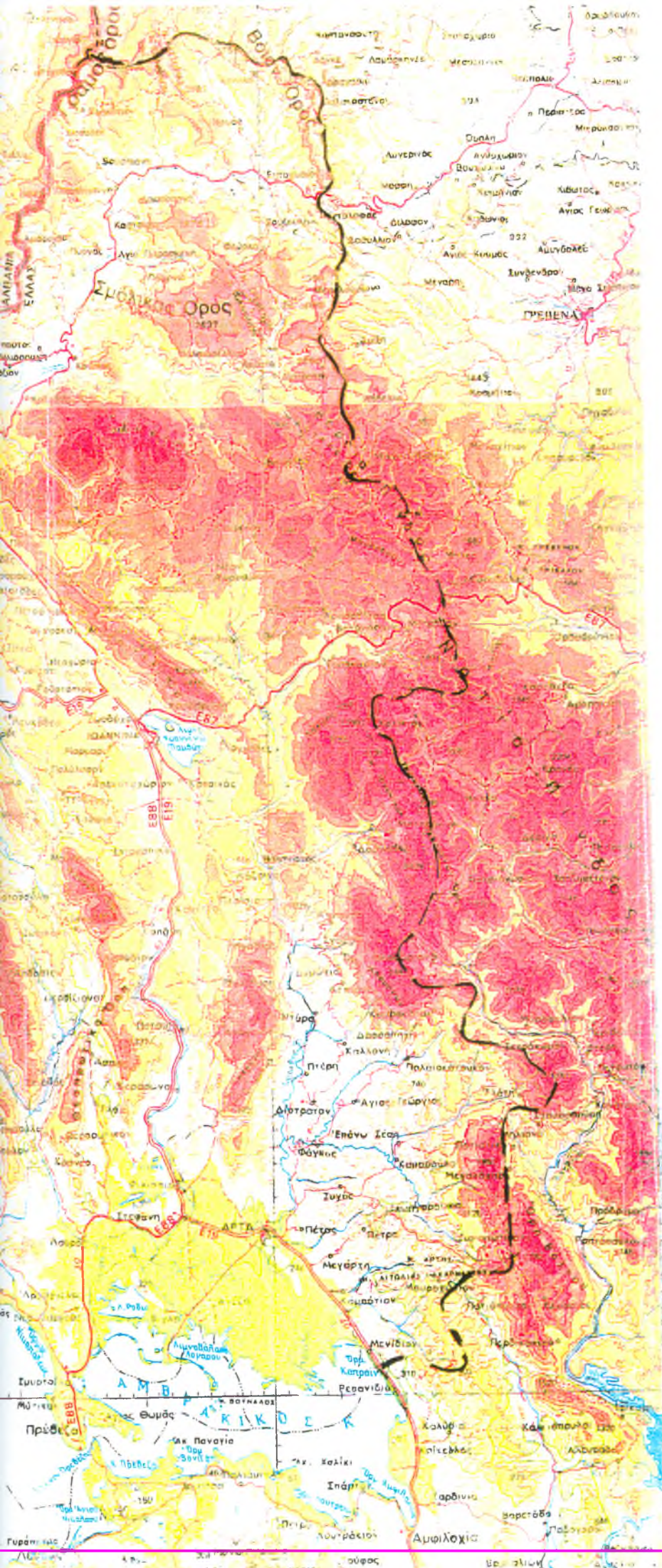
Χάρτης 2.1 Χάρτης Ελλάδος

Πηγή ΥΒΕΤ



**Ν. ΚΕΡΚΥΡΑ**

ΒΟΡΕΙΟΝ ΣΤΕΙΟΝ ΚΕΡΚΥΡΗΣ  
ΝΟΤΙΟΝ ΣΤΕΙΟΝ ΚΕΡΚΥΡΗΣ



# ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

— — — οριο Υδατικού Διαμερισματος

Χάρτης 2.2 Πηγή ΥΒΕΤ

Αιτωλοακαρνανίας. Βρίσκεται στο δυτικό τμήμα των Ελληνικών οροσειρών του ορεινού συστήματος και χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ορεινό. Στο ανατολικό του τμήμα δεσπόζει η οροσειρά της Βόρειας Πίνδου με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Παράλληλα προς αυτή τη διεύθυνση και από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά, εμφανίζονται ακόμα τα βουνά Μιτσικέλι, Τόμαρος, Σούλι, Παραμυθιά, Θεσπρωτικό και Πάργα.

Οι κύριες παραθαλάσσιες πεδινές εκτάσεις είναι οι πεδιάδες Άρτας και Πρέβεζας (συνολικής έκτασης 750 km<sup>2</sup>) και η κοιλάδα του ποταμού Καλαμά (έκτασης 120 km<sup>2</sup>), ενώ η κύρια πεδινή έκταση της ενδοχώρας είναι το λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων (έκτασης 250 km<sup>2</sup>).

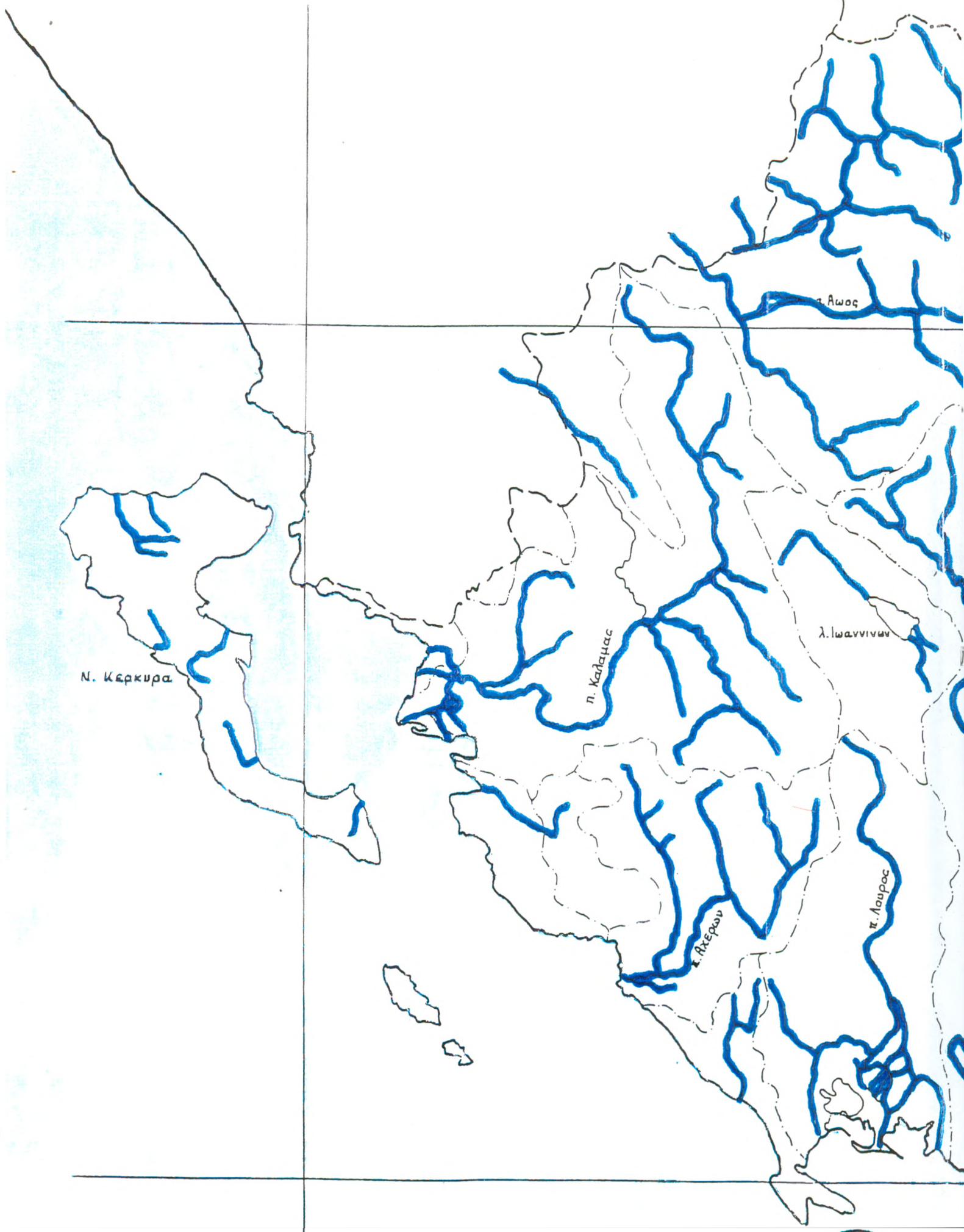
Το υδατικό διαμέρισμα χωρίζεται στις εξής υδρολογικές λεκάνες :

Όνομα	Έκταση (km <sup>2</sup> )
Αώος ποταμός	2.089
• Αώος	835
• Σαραντάπορος	870
• Βοϊδομάτης	348
Καλαμάς ποταμός	1.183
Κλειστή λεκάνη Ιωαννίνων	531
Δρίνος ποταμός	254
Άραχθος ποταμός	2.009
Λούρος ποταμός	983
Αχέροντας ποταμός	752
Κλειστή λεκάνη Μαργαρίτικου	180

**Πίνακας 2.1 :** Υδρολογικές λεκάνες Ηπείρου

Οι κύριοι ποταμοί του Υ.Δ είναι οι ακόλουθοι (χάρτης 2.3) (ΥΒΕΤ, 1993) :

α. Ο ποταμός Αώος που πηγάζει από την Πίνδο, εισέρχεται σε Αλβανικό έδαφος και εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα. Το μήκος του σε Ελληνικό έδαφος είναι 70 km ενώ το συνολικό μήκος του είναι 260 km. Η μέση παροχή του ποταμού είναι 52 m<sup>3</sup>/sec. Οι κυριότεροι παραπόταμοί του, ο Σαραντάπορος και ο Βοϊδομάτης, πηγάζουν ο μεν πρώτος από το Γράμμο και από τα βόρεια του όρους Σμόλικας, ενώ ο δεύτερος από τα νότια του όρους Τύμφη.



Ν. Κερκυρα

π. Καλυμνίας

λ. Ιωαννίνων

π. Αχέρον

π. Λαυρος

Αώος

27°00

28

# Υδατικό Δίκτυο Ηπείρου



- · — · — οριο Υδατικού Διαμερισματος
- · — · — οριο Λεκάνης Απορροής

Χάρτης 2.3 Πηγή ΥΒΕΤ



β. Ο ποταμός Καλαμάς που πηγάζει από το όρος Δούσκο και εκβάλλει στο Ιόνιο πέλαγος. Το συνολικό μήκος του είναι 115 km και η μέση και μέγιστη παροχή του είναι 65 και 74 m<sup>3</sup>/sec αντίστοιχα. Η συνολική έκταση της λεκάνης του Καλαμά είναι περίπου 1.800 km<sup>2</sup> και σχεδόν το σύνολό της (>99%) ανήκει σε Ελληνικό έδαφος, ενώ το μέγιστο υψόμετρό της είναι 2.198 m. Παραπόταμοι του Καλαμά είναι οι Σμόλιτσας, Τύρια, Γορμός, Μέζερος, Βελτισιστικός, Κούτσης, Μπανιά, Λαγκαβίστα και Καλπακιώτικο ρέμα.

Μέσα στη λεκάνη του Καλαμά υπάρχει και η λίμνη Τζαραβίνα μικρής έκτασης. Επίσης, στον Καλαμά οδηγούνται, μέσω της σήραγγας Λαψίστας, οι απορροές της κλειστής λεκάνης Ιωαννίνων. Η σήραγγα Λαψίστας εκβάλλει στον παραπόταμο Βελτισιστικό που συμβάλλει στον Καλαμά κοντά στο Σουλόπουλο.

γ. Ο ποταμός Δρίνος, που πηγάζει δυτικά του όρους Κασιδιάρης και της Νεμέρτισκας, ρέει σε μήκος 40 km σε Ελληνικό έδαφος, και εισερχόμενος στο αλβανικό έδαφος συμβάλλει στον Αώο ποταμό με μέση παροχή στα σύνορα 9 m<sup>3</sup>/sec.

δ. Ο ποταμός Άραχθος, κινείται μέσω αδιαπέρατων σχηματισμών (φλύσχη), με αποτέλεσμα τις πολύ μεγάλες διακυμάνσεις της παροχής του. Η συνολική έκταση της λεκάνης Άραχθου είναι 2000 km<sup>2</sup>, ανάντη της γέφυρας Άρτας, και η μέση ετήσια απορροή περίπου 2000 hm<sup>3</sup> (66 m<sup>3</sup>/sec). Όμως το φράγμα Πουρναρίου που βρίσκεται σε λειτουργία από το 1981, με ρύθμιση ανάντη, μεταβάλλει σημαντικά το υδατικό καθεστώς του ποταμού κατάντη.

ε. Ο ποταμός Λούρος τροφοδοτείται από υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα καθώς επίσης και από τις πηγές Αγίου Γεωργίου (3 m<sup>3</sup>/sec), Καμπής και Χανόπουλου (4 m<sup>3</sup>/sec) στην ανατολική πλευρά και τις πηγές Πριάλας και Σκάλας στη δυτική. Ο ποταμός αυτός, σε αντίθεση με τον Άραχθο, έχει την πλέον σταθερή διαίτα, γεγονός που οφείλεται στο ότι το μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής του γίνεται μέσα σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους.

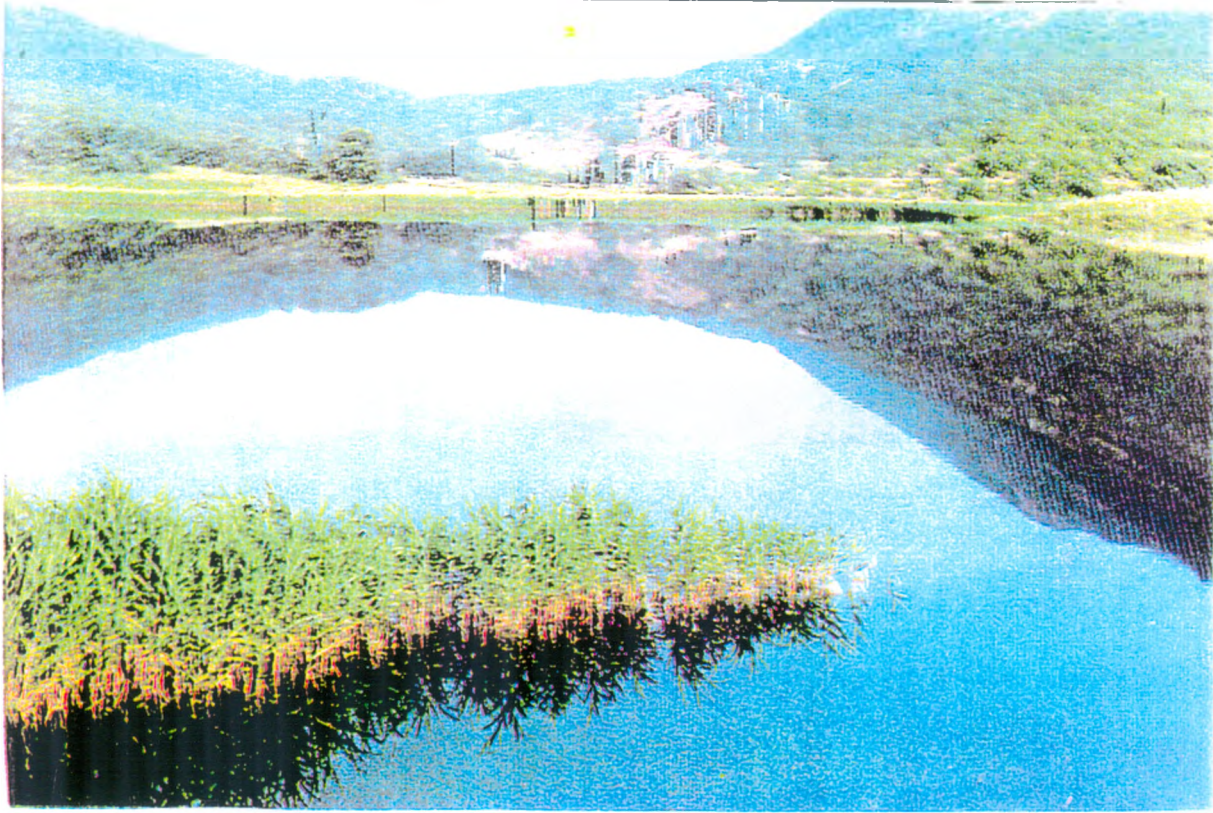
ζ. Ο ποταμός Αχέρων που πηγάζει νότια του όρους Τομάρου και δυτικά του όρους Σουλίου εκβάλλει στο Ιόνιο πέλαγος. Το συνολικό μήκος του ποταμού είναι 52 km, η δε μετρηθείσα ελάχιστη και μέγιστη παροχή του είναι 5 και 550 m<sup>3</sup>/sec αντίστοιχα. Παραπόταμοι του Αχέροντα είναι ο Κωκυτός και το ρέμα Ντάλα, που πηγάζουν από το Κεφαλόβρυσο Παραμυθιάς ο πρώτος και μεταξύ ορών Παραμυθιάς και Σουλίου ο δεύτερος.

Επίσης στο Υδατικό Διαμέρισμα υπάρχουν οι λίμνες Παμβώτιδα στη λεκάνη Ιωαννίνων, Τζαραβίνα και Ζηρός και 3 ακόμη τεχνητές λίμνες που έγιναν από τη Δ.Ε.Η. για υδροηλεκτρικούς σκοπούς στους ποταμούς Λούρο, Άραχθο (Πουρνάρι) και Αώο (πηγές Αώου) (φωτ 2.1 και 2.2). Στον επόμενο πίνακα αναφέρονται τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά των λιμνών αυτών :

	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέση στάθμη (m)	Μήκος (km)	Πλάτος (km)	Βάθος (m)
Παμβώτιδα	22,00	470	7,5	4,2	9,6
Τζαραβίνα	0,50	455	4,05	0,60	35,0
Ζηρός	0,25	49	10,80	0,48	70,0

**Πίνακας 2.2 :** Φυσικές λίμνες Ηπείρου

Στο κέντρο περίπου του υδατικού διαμερίσματος βρίσκεται η λεκάνη των Ιωαννίνων, με την ομώνυμη πόλη που είναι και η πρωτεύουσα της Ηπείρου. Εκεί αναπτύσσονται και οι περισσότερες οικονομικές δραστηριότητες (γεωργία, κτηνοτροφία, βιομηχανία, ιχθυοκαλλιέργειες και υπηρεσίες). Οι ιδιαίτερες όμως υδρογεωλογικές και μορφολογικές συνθήκες, συντελούν στη δημιουργία σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων που έχουν και άμεση επίπτωση στις παρακείμενες λεκάνες των ποταμών Λούρου, Άραχθου και Καλαμά.



Φωτογραφία 2.1

Η λίμνη της Ζαραβίνας



Φωτογραφία 2.2

Τεχνητή λίμνη Αώου

## 2.2 Ταμιευτήρες και Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό της Ηπείρου είναι, σύμφωνα με επίσημες μετρήσεις, το 25% του συνολικού υδατικού δυναμικού της Ελλάδας. Ειδικότερα στην Ήπειρο από τις 5212 GWh, που εκτιμήθηκε ότι είναι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό, έχουν αξιοποιηθεί μέχρι τώρα μόνο τρεις θέσεις που δίνουν 608 GWh, δηλαδή ποσοστό 12% περίπου. Είναι φανερό πως με τη μεγαλύτερη αξιοποίηση αυτού του δυναμικού στα πλαίσια ενός σωστού προγραμματισμού, με μικρά και μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, θα εξασφαλιστούν και μεγαλύτερες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας και ποσότητες νερού για ύδρευση και άρδευση.

Με δεδομένο ότι η Ήπειρος είναι η φτωχότερη περιφέρεια της Ε.Ε., το οικονομικό όφελος, άμεσο και έμμεσο, από την κατασκευή και λειτουργία των έργων αυτών είναι πολύ σημαντικό.

Σήμερα στο Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου υπάρχουν σε λειτουργία τα Υδροηλεκτρικά Έργα (ΥΗΕ) Λούρου, Πουρναρίου και Πηγών Αώου και υπό κατασκευή ο ταμιευτήρας Πουρναρίου II που έχει κυρίως αναρρυθμιστικό ρόλο για την άρδευση της πεδιάδας Άρτας-Πρέβεζας.

- ◆ Το έργο Λούρου λειτουργεί από το 1954. Σχεδιάστηκε με εγκατεστημένη ισχύ 10 MW και ύψος πτώσης 12 m. Σήμερα ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα έχει σχεδόν μηδενιστεί εξαιτίας των αποθέσεων φερτών υλικών. Εντούτοις χρησιμοποιείται ακόμη για μέση ετήσια παραγόμενη ενέργεια 35 GWh.
- ◆ Το ΥΗΕ Πουρναρίου σχεδιάστηκε για κάλυψη κυρίως ενεργειακών αναγκών αιχμής αλλά και έλεγχο πλημμύρων. Τέθηκε σε λειτουργία τον Απρίλιο του 1981. Η επιφάνεια της λίμνης στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας είναι 20 km<sup>2</sup> και ο ωφέλιμος όγκος της 745 hm<sup>3</sup>. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι 300 MW και το διαθέσιμο ύψος πτώσης 70 m. Η μέση ετήσια παραγόμενη ενέργεια είναι 312 GWh.
- ◆ Το ΥΗΕ Πηγών Αώου βρίσκεται στη λεκάνη Αώου και λειτουργεί από το 1991. Ο ωφέλιμος όγκος της λίμνης είναι 262 εκατ. m<sup>3</sup>, το διαθέσιμο ύψος πτώσης είναι 600 m και η εγκατεστημένη ισχύς στο σταθμό είναι 210 MW. Η μέση ετήσια παραγόμενη ενέργεια είναι 210 GWh. Η ΔΕΗ έχει μελετήσει τον εμπλουτισμό του ΥΗΕ Πηγών με νερά από τη λεκάνη Βάλια-Κάλντα, λύση που για λόγους περιβαλλοντικούς δεν θεωρείται πιθανή.

- ♦ Το έργο Πουρνάρι II βρίσκεται κατάντη του ΥΗΕ Πουρνάρι και αποτελείται από έναν ταμιευτήρα με ωφέλιμο όγκο 5 hm<sup>3</sup> και δύο μικρούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Το έργο αυτό πρόκειται σύντομα να συμβάλλει στην κάλυψη αρδευτικών αναγκών της πεδιάδας Άρτας-Πρέβεζας. Συγχρόνως όμως θα παράγει και ενέργεια με τους σταθμούς που διαθέτει. Από αυτούς ο ένας βρίσκεται πάνω στη ροή του Αράχθου με συνολική ισχύ 27 MW και μέση ετήσια παραγόμενη ενέργεια περίπου 43 GWh. Ο άλλος σταθμός βρίσκεται στην εκτροπή προς το αρδευτικό έργο της Βλαχέρνας, έχει συνολική ισχύ 6 MW και υπολογίζεται να παράγει κατά μέσον όρο 8 GWh το χρόνο περίπου. Ειδικότερα στην Ήπειρο από τις 5212 GWh, που εκτιμήθηκε ότι είναι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό, με την κατασκευή του ΥΗΕ Λούρου, Πουρναρίου I και II και πηγών Αώου, έχουν αξιοποιηθεί μέχρι τώρα μόνο τρεις θέσεις που δίνουν 608 GWh, δηλαδή ποσοστό 12% περίπου.

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΜΟ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΗΠΕΙΡΟΥ

### 1. ΗΠΕΙΡΟΣ

Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα	4.472 GWH	
Μικρά υδροηλεκτρικά έργα	740 GWH	
		ΣΥΝΟΛΟ 5.212 GWH
Έχει αξιοποιηθεί		
Πουρνάρι I	312 GWH	
Πουρνάρι II	51 GWH	
Πηγές Αώου	210 GWH	
Λούρος	35 GWH	
		ΣΥΝΟΛΟ 608 GWH 12%

### 2. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Θεωρητικό επιφανειακό υδροδυναμικό	80.000 GWH	
Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό	20.000 GWH	
Έχει αξιοποιηθεί υδροδυναμικό	3.500 GWH	18%

Μελλοντικά η ΔΕΗ πρόκειται να εντάξει πολλά νέα έργα για πρόσθετη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και στο χάρτη 2.4.

ΠΟΤΑΜΟΣ	ΕΡΓΟ	ΩΦΕΛΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ (hm <sup>3</sup> )	ΥΨΟΣ ΠΤΩΣΗΣ (m)	ΕΓΚΑΤ/ΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (GWh)
Αραχθος	Μετσοβίτικο	0,38	25	99,5	63
	Άγιος Νικόλαος	97	300	100	340
	Στενό Καλαρρύτικο	1380	390	-	700
Σαραντάπο ρος	Αγία Βαρβάρα	234	35	66	106
	Πυρσόγιαννη	234	40	106	81
Αώος	Ελεύθερο	273	124	212	285
	Βοβούσα	273	33	212	85
Καλαμάς	Κληματιά	-	20	270	65
	Γλύζιανη	3,9	182	151	396
	Βροσίνα	232	134	63	275
	Σουλόπουλο	43	54	38	132
	Μινίνα	4	54	38	132

**Πίνακας 2.4 :** Προγραμματισμένα Υδροηλεκτρικά έργα Ηπείρου

Στον ποταμό Αχέροντα δεν υπάρχει πρόβλεψη για κανένα υδροηλεκτρικό έργο.  
(ΥΒΕΤ, 1993)



Ν. Κερκυρα

ΑΓ. ΒΑΡΝΑ

ΓΛΥΣΙΑΝΗ

ΣΟΥΛΟΠΟΥΛΟ

ΒΡΟΣΙΝΑ

π. Καλαμάς

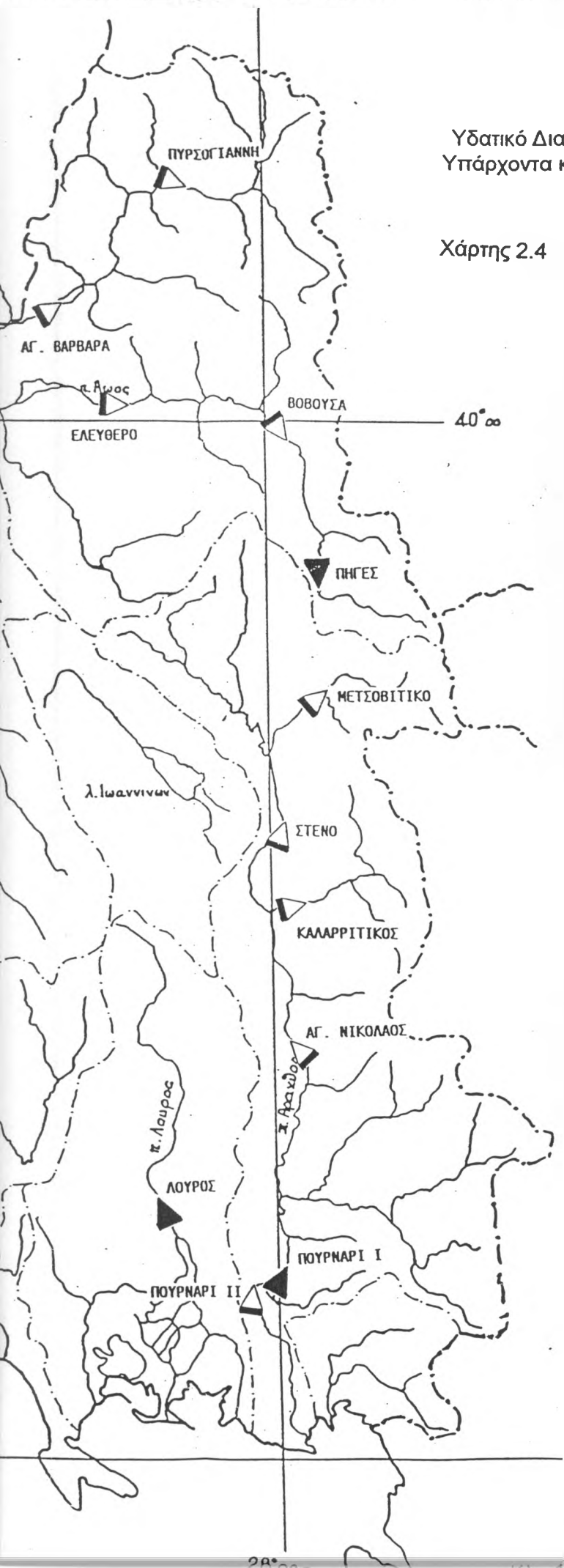
ΜΙΝΙΝΑ

Σ. ΑΧΕΡΩΝ

27° 00'

Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου  
Υπάρχοντα και μελλοντικά ΥΗΕ

Χάρτης 2.4 Πηγή ΥΒΕΤ



28°00'

1:500,000



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

## ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΤΩΝ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

### 3.1 Λεκάνη των Ιωαννίνων

Η λεκάνη των Ιωαννίνων αποτελείται κυρίως από ένα οροπέδιο του οποίου το υψόμετρο είναι περίπου 500 m, από το Μιτσικέλι και μια σειρά λόφων που το περιβάλλουν. Ο μεγάλος του άξονας έχει διεύθυνση ΝΑ - ΒΔ, μήκος 37 km και πλάτος που κυμαίνεται μεταξύ 3 - 11km. Η επιφάνεια της υδρολογικής λεκάνης είναι 508 km<sup>2</sup> με μέσο υψόμετρο τα 750 m.

#### 3.1.1 Γεωλογία λεκάνης Ιωαννίνων

Το υπόβαθρο του λεκανοπεδίου είναι ασβεστολιθικό, καθώς και οι κατώτεροι στρωματογραφικοί σχηματισμοί είναι του κατώτερου σενωνίου, ενώ οι ανώτεροι που είναι και έντονα καρστικοποιημένοι, είναι ασβεστόλιθοι του ανώτερου σενωνίου. Στις επαφές με τα περιμετρικά υψώματα έχουμε κορήματα και αναβαθμίδες (σχήμα 3.1), (Τ.Ε.Ε. Τ.Η., 1986 )

#### 3.1.2 Καρστικά συστήματα λεκάνης Ιωαννίνων

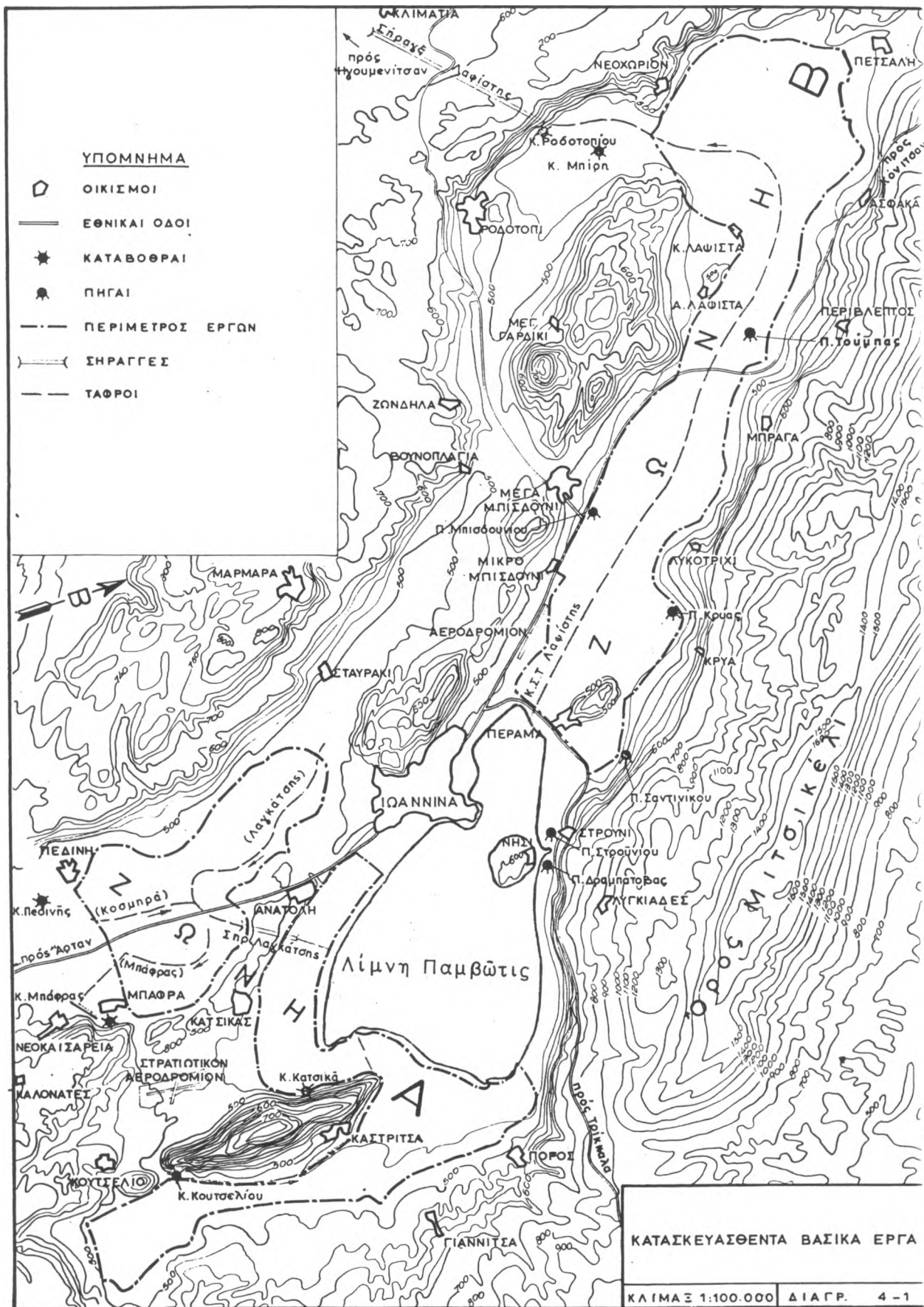
Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων παρουσιάζει το καρσικό σύστημα του Μιτσικελίου, αφού έχει άμεση υδραυλική σχέση με τη λίμνη, και του οποίου ο άξονας βυθίζεται ΒΔ. Η έκταση του συστήματος υπολογίζεται περίπου στα 160 km<sup>2</sup> . Οι κυριότερες πηγές εκφόρτισης του συστήματος αυτού εμφανίζονται στη βάση του Μιτσικελίου σε μια σειρά πηγών επαφής και υπερχείλισης και είναι :

Προς βορρά οι πηγές της Αμφιθέας, Σαντινίκου (Στρούνη), Κρύας και Τούμπας. Η υπερχείλιση όλων αυτών των πηγών καταλήγει στην τάφρο της Λαψίστας.

Ενώ ΒΑ στην Νταμπάτοβα υπάρχει μια εσταβέλλα που επικοινωνεί με την λίμνη μέσω ενός καναλιού και λειτουργεί πότε ως πηγή και πότε ως καταβόθρα (χάρτης 3.1).

Από τις παραπάνω πηγές μόνο η Τούμπα και η Κρύα είναι πηγές συνεχούς





Χάρτης 3.1

ροής, ενώ οι πηγές Σαντινίκου και Αμφιθέας έχουν μεταβληθεί σε διαλείπουσες. Η συνολική μέση ετήσια παροχή των παραπάνω πηγών είναι της τάξεως του 1,4 m<sup>3</sup>/sec και κατανέμεται όπως στον παρακάτω πίνακα σε m<sup>3</sup>/sec :

Όνομα πηγής	Qm	Qmax/ημερ	Qmin/ημερ
Ντραμπάντοβα	0,042	0,11/ 15-2-83	0,005/ 15-7-83
Αμφιθέα	0,03	-	-
Σαντινίκου	0,34	0,99/ 15-2-84	0,026/ 13-9-87
Κρύα	0,39	0,58/ 5-4-83	0,28/ 8-12-88
Τούμπα	0,49	1,0/ 15-7-82	0,13/ 13-10-88

**Πίνακας 3.1 :** Πηγές λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

Βέβαια υπάρχουν και άλλες εκφορτίσεις του καρστικού συστήματος του Μπισικελίου, προς τη λεκάνη, με τη μορφή πλευρικών διηθήσεων, αλλά δεν είναι εμφανείς.

### 3.1.3 Αποστράγγιση της λεκάνης των Ιωαννίνων

Στην επαφή των τεταρτογενών προσχώσεων με τα ανθρακικά πετρώματα, αναπτύσσεται ένα εκτεταμένο δίκτυο καταβοθρών που παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποστράγγιση του πεδινού τμήματος της λεκάνης των Ιωαννίνων.

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι :

- Στο Βορειοδυτικό τμήμα στο Ροδοτόπι. Αποτελούσε παλιότερα την κύρια διέξοδο της Λίμνης και της Λαψίστας. Κοντά και παράλληλα με την καταβόθρα κατασκευάστηκε η σήραγγα της Λαψίστας από όπου γίνεται σήμερα η αποστράγγιση του μεγαλύτερου μέρους της λεκάνης των Ιωαννίνων προς τον ποταμό Καλαμά.
- Στο Νοτιοδυτικό τμήμα στην Πεδινή - Αμπελιά. Πιθανότατα επικοινωνεί με το καρστικό σύστημα του Λούρου, αλλά έχει πολύ μικρή παροχетеυτικότητα.
- Στο Νότιο κεντρικό τμήμα στο Μπιζάνι και την Μπάφρα. Σημαντικότερη, με βάση την παροχетеυτικότητά του είναι αυτή της Μπάφρας.
- Στο Νοτιανατολικό τμήμα στο λόφο της Καστρίτσας. Πιθανότατα επικοινωνούν με το καρστικό σύστημα του Αράχθου, ενώ η σημαντικότερη από αυτές είναι της Μπενίκοβας.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ (m <sup>3</sup> /sec)
Σαντινίκου, Κρύας, Τούμπας	Δυτικό πρηνές Μπισικελίου	2,0
Παρακαλάμου, Βελλάς	Παρακάλαμος, Βελλά	0,9
Καταρράκτης, Λίθινο	Καταρράκτης, Λίθινο	0,3
Τερόβου	Ποταμός Λούρος, Ν.Α. παρυφές Τόμαρου	1,0
Κλίφκη	Ποταμός Άραχθος	1,3

**Πίνακας 3.2 :** Καρστικές πηγές λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ (m <sup>3</sup> /sec)
Κουτσελιού	Κουτσελιό	2,0
Μπάφρας	Μπάφρα	2,5
Καστρίτσας	Καστρίτσα	0,8
Πεδινής	Πεδινή	1,2
Ροδοτοπίου	Ροδοτόπι	5,0
Λαψίστας	Λαψίστα	1,0
Κάτω Σερβιανών	Κάτω Σερβιανά	--

**Πίνακας 3.3 :** Καταβόθρες λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ (m <sup>3</sup> /sec)	ΜΗΚΟΣ (m)	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
Τάφος Λαψίστας	40,0	17.100	1958-1959
Τάφος Κουτσελιού	14,0	6.500	1950
Τάφος Λαγκάτσας	--	6.810	1958-1959
Τάφος Κοσμηράς	--	2.900	1948-1959
Σήραγγα Λαψίστας	40,0	4.200	1958-1959
Σήραγγα Λαγκάτσας	40,0	1.036	1958-1959

**Πίνακας 3.4 :** Τάφροι και σήραγγες λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

## 3.2 Η λίμνη των Ιωαννίνων

### 3.2.1 Γενική περιγραφή της λίμνης των Ιωαννίνων

Το κυριότερο υδρογραφικό χαρακτηριστικό της λεκάνης είναι η λίμνη των Ιωαννίνων, η λίμνη Παμβώτιδα όπως ονομάζεται και βρίσκεται :

Γεωγραφικό πλάτος :  $39^{\circ} 39' 30''$  Βόρειο

Γεωγραφικό μήκος :  $20^{\circ} 51' 00''$  Ανατολικό

Με τις επεμβάσεις που έχουν γίνει κυρίως στην περιοχή της Λαψίστας η έκτασή της έχει μειωθεί σημαντικά (χάρτης 3.2 και σχήμα 3.2). Έτσι σήμερα η λίμνη Παμβώτιδα αποτελεί το υπόλειμμα μιας εκτεταμένης παλαιότερης λίμνης και σήμερα καταλαμβάνει μία έκταση  $22 \text{ Km}^2$ , έχει μήκος περίπου 7,5 km και πλάτος από 1 ως 4,2 km. Η στάθμη της κυμαίνεται περίπου μεταξύ 470,20 m (ανώτατη) και 468,80 m (κατώτατη), απόλυτο υψόμετρο. Το μέγιστο βάθος της είναι 9,60 m και βρίσκεται κοντά στο νησί, ενώ το επικρατέστερο είναι τα 5 m και η μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης της λίμνης είναι περίπου 1 m .

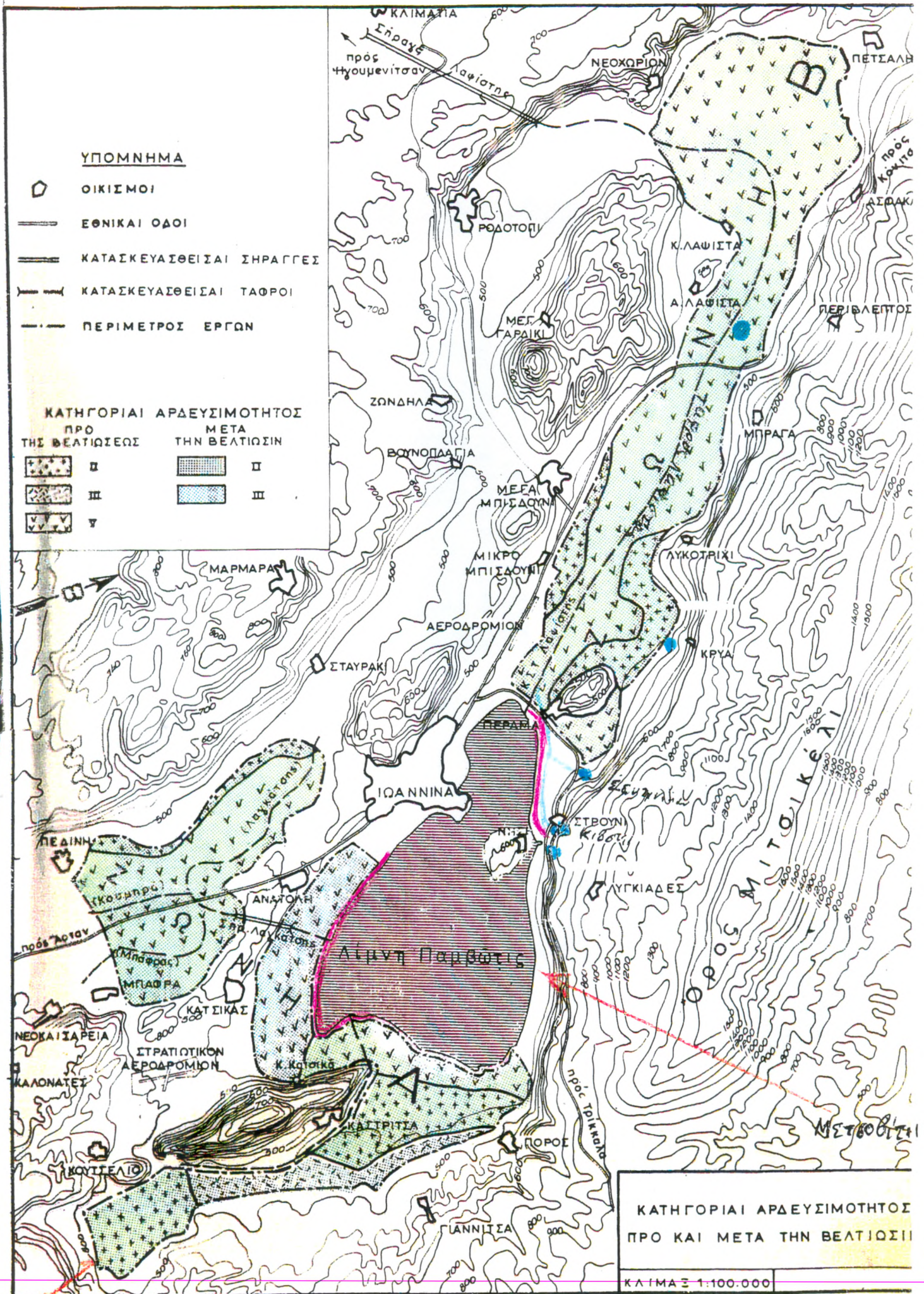
Με βάση τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για αβαθή λίμνη, ενώ λόγω της εισροής φερτών υλών και των ανεξέλεγκτων μπαζωμάτων, η λίμνη γίνεται συνεχώς πιο αβαθής, δημιουργώντας ένα παχύ στρώμα λάσπης.

Ο πυθμένας της λίμνης, στη μεγαλύτερη έκτασή του, καλύπτεται από λεπτόκοκκο ίζημα ιλύος και αργίλου. Τα πετρώματα έχουν υποστεί πλήρη αποσάθρωση, ενώ σημαντικά είναι τα ποσοστά της οργανικής ύλης που περιέχονται στο ίζημα, ιδιαίτερα σε περιοχές με υδρόβια βλάστηση (καλαμώνες). Το pH του πυθμένα είναι ουδέτερο έως ελαφρώς αλκαλικό και πλούσιο σε  $\text{CaCO}_3$ .

Η λίμνη δέχεται ρυπαντικό φορτίο, το οποίο διαχέεται σε όλο τον όγκο της. Καθοριστικό ρόλο όμως, παίζουν οι "σημειακές" πηγές ρύπανσης, σε συνδυασμό με τις διάφορες παρεμβάσεις που έγιναν κατά καιρούς.

Η λίμνη σήμερα χαρακτηρίζεται ως ευτροφική λίμνη, με προβλήματα ρύπανσης





Χάρτης 3.2 Σημερινή μορφή της λίμνης

# LANINA, LAKES AND ENVIRONS



Σχήμα 3.2 Η λίμνη το 1820

που προέρχονται από την πόλη, αλλά και τις δραστηριότητες στην ευρύτερη περιοχή (γεωργία, κτηνοτροφία, βιομηχανία).

Οι κάθε είδους παρεμβάσεις, που πολλές φορές γίνονται με καλές προθέσεις, μακροχρόνια έχουν τις αρνητικές επιπτώσεις τους στο οικοσύστημα της λίμνης. Έτσι, παρεμβάσεις όπως η αποξήρανση της Λαψίστας, οι παραλιακοί δρόμοι, τα τειχάκια, τα μπαζώματα για τη διαμόρφωση χώρων κοινής ωφελείας (πλατείες, γήπεδα), συνέβαλαν μακροχρόνια στην αλλαγή της φυσικής παραλίας, τη μείωση της έκτασης της λίμνης και του συνολικού όγκου του νερού της, τον περιορισμό της δυνατότητας αυτοκαθαρισμού της, κύρια όμως άλλαξαν την αντίληψη και την εικόνα της κοινωνίας απέναντι στη λίμνη. Η οικονομική, αλλά και συνολικότερη ανάπτυξη της περιοχής είχε ως συνέπεια το αντίστοιχο οικολογικό τίμημα. Λόγω όμως των βραδύτερων ρυθμών ανάπτυξης και της υστέρησης της βιομηχανίας σε σχέση με άλλες περιοχές, τα οικολογικά προβλήματα δεν παρουσιάζονται με την ίδια οξύτητα. Αντανακλώνται όμως με τη μεγαλύτερη ένταση στη λίμνη, που αποτελεί τον καθρέφτη της οικολογικής κατάστασης για την ευρύτερη περιοχή. Τα τελευταία 30 χρόνια έχει γίνει από όλους κατανοητή η υποβάθμιση της λίμνης, που εκφράσθηκε με τη μείωση της διαύγειας των νερών της, τη χαρακτηριστική οσμή, το θάνατο των ψαριών, τη μείωση των αλιευμάτων, την υπέρμετρη αύξηση της υδρόβιας βλάστησης κ.ά.

Η λίμνη Παμβώτιδα αντιμετωπίζει πρόβλημα, που επιτείνεται από την εποχιακή διακύμανση των διαφόρων παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια, οι άνεμοι, οι βροχοπτώσεις, που επηρεάζουν την κατάσταση και τη λειτουργία του οικοσυστήματος.

Ακριβής προσδιορισμός της ηλικίας της λίμνης δεν έχει γίνει, αλλά με δεδομένα που στηρίχθηκαν κυρίως στο γεωτρητικό πρόγραμμα της Δ/σης Στερεών Καυσίμων του ΙΓΜΕ, την ηλικία των δύο λιγνιτοφόρων στοιβάδων και της πλειοκαινικής εμφάνισης της λεκάνης, εκτιμάται ότι αυτή υπερβαίνει οπωσδήποτε το 1 εκατ. έτη (Γ.Κολοβός, ΙΓΜΕ, ΔΕΠΥ).

Στη λίμνη αποσταγγίζουν μέσω τεχνικού αλλά και φυσικού υδρογραφικού δικτύου, οι υπολεκάνες Βουνοπλαγιάς - Ανατολής και Κατσικάς - Καστρίτσας - Πόρου. Η ανατολική πλευρά της λίμνης βρίσκεται σε επαφή με τα ανθρακικά πετρώματα του Μιτσικελίου και βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τον καρστικό υδροφόρο που αναπτύσσεται σε αυτούς τους σχηματισμούς.

Η λίμνη υπερχειλίζει προς τη μεριά του Περάματος, όπου και ελέγχεται η στάθμη της με την βοήθεια ενός θυροφράγματος. Η υπερχειλίση της οδηγείται από

την κεντρική αποχετευτική τάφρο στην σήραγγα της Λαψίστας και από εκεί στο φυσικό της αποδέκτη τον Καλαμά. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται και η αποστράγγιση των υπολεκανών Ελεούσας, Κρύας και Λαψίστας.

### 3.2.2 Γεωλογία της λίμνης

Τα πετρώματα που περιβάλλουν τη λίμνη των Ιωαννίνων καθώς κι'ι αυτά του υποβάθρου της ανήκουν γεωτεκτονικά στην Ιόνιο ζώνη και ειδικότερα στην κεντρική και εσωτερική υποζώνη της. Στη γεωλογική της δομή συμμετέχουν κατά κύριο λόγο οι ανθρακικοί σχηματισμοί της Ιονίου ζώνης (ασβεστόλιθοι, Ηωκαίνου, Ανώτερου Σενωνίου), ο φλύσχης καθώς και οι τεταρτογενείς αποθέσεις.

Τα ασβεστολιθικά πετρώματα αποτελούν την κύρια μάζα των ορεινών όγκων περιμετρικά της λεκάνης. Ακόμη αποτελούν την κύρια μάζα του Μισικελίου και ειδικότερα τις ΝΔ κλιτύες του καθώς και την κορυφή του και τις ΒΑ κλιτύες του. Τέλος ασβεστολιθικοί είναι και οι ορεινοί όγκοι Β-ΒΔ (Πρωτόπαππα), ΝΝΑ (Μανωλιάσα), όπως και οι εξάρσεις κατά μήκος της λεκάνης (Μ.Γαρδίκι, Αγία Τριάδα Ιωαννίνων, Καστρίτσα, Μπάφρα, Μπιζάνι).

Κατά το τέλος της Μειοκαίνου περιόδου εκδηλώθηκαν έντονα τεκτονικά φαινόμενα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαρρήξεων, επιμήκων και εγκαρσίων ρηγματών καθώς και εγκατακρημνήσεων. Ως συνέπεια της αλπικής ορογένεσης είχαμε τον χωρισμό της ενότητας σε τεμάχια, τη βύθιση ορισμένων σε σχέση με τα γειτονικά τους και σε συνδιασμό με τα καρστικά φαινόμενα την δημιουργία πόλγων, δολινών και άλλων καρστικών μορφών. Όσες από αυτές καλύφθηκαν με αδιαπέρατα υλικά (πηλούς, αργίλους, κλπ) γέμισαν με γλυκό νερό και δημιούργησαν λίμνες. Η διάβρωση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων από το νερό της βροχής συνέβαλε στη δημιουργία ευνοϊκών προϋποθέσεων για τη συγκέντρωση των υδάτων της περιοχής και τη γένεση της λίμνης. Το γλυκό νερό που δεχόταν η πόλη αυτή παροχετευόταν από τη λεκάνη κυρίως με διάφορες καταβόθρες. Η στεγανοποίηση του πυθμένα έγινε αρχικά με τη μεταφορά και απόθεση ερυθροπηλών. Στη συνέχεια επικαλύφθηκαν από λιμναία ιζήματα, πάνω από τα οποία είχαμε το σχηματισμό της κατώτερης λιγνιτοφόρου στοιβάδας. Ακολούθησε και άλλη λιμναία απόθεση με παρεμβολές κατά τόπους, ποταμοχειμαρρώδους υλικού και έκλεισε με την ανώτερη λιγνιτοφόρο στοιβάδα και μέχρι τη σημερινή επιφάνεια έχουμε απόθεση αργιλομαργαϊκού υλικού με οργανική ύλη.

Κατάλοιπο μιας τέτοιας λίμνης είναι και η Παμβώτιδα. Η δημιουργία και η εξέλιξη της λίμνης συνδέονται άμεσα με τον ευρύτερο χώρο στον οποίο ανήκει γεωγραφικά. Η ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου ανήκει γεωτεκτονικά στην Ιόνιο ζώνη. Η ζώνη αυτή αποτελούσε μέρος του βυθού της λεγόμενης Τηθύος θάλασσας.

Η ύπαρξη της λίμνης στην περιοχή του λεκανοπεδίου των Ιωαννίνων ανάγεται στη γεωλογική περίοδο του πλειόκαινου. Η έκτασή της ήταν πολύ μεγαλύτερη της σημερινής και η τελευταία αποτελεί "ανάμνηση" της αρχικής λίμνης. Οι αλλαγές του κλίματος στα όρια πλειόκαινου-πλειστόκαινου και οι μεταπτώσεις του κατά την τελευταία περίοδο, συνέβαλαν σημαντικά στη μεταβολή της στάθμης της λίμνης κατά τα τελευταία 1,5-2 εκατ. χρόνια.

Οι σχηματισμοί που συμμετέχουν στη δομή της λεκάνης μπορούν να διαχωριστούν ως εξής :

#### ♦ Σχηματισμοί πορώδους ρωγμών

Οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζουν έντονη αποκάρσωση με έντονες καρστικές μορφές, με αποτέλεσμα την ύπαρξη ενός καλοαναπτυγμένου δικτύου ρωγμών και διακλάσεων που ευνοούν την κατείσδειση. Αυτοί είναι και οι πλέον υδροπερατοί σχηματισμοί. Από τέτοιους σχηματισμούς αποτελείται το Μπισικέλι, η Καστρίτσα, η Αγία Τριάδα, το Πέραμα και το Νησί.

#### ♦ Σχηματισμοί πορώδους κόκκων

Με βάση την υδροπερατότητά τους κατατάσσονται σε :

##### - Υδροπερατούς

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι τεταρτογενείς αποθέσεις που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της παραλίμνιας ζώνης και κυρίως οι άμμοι και τα χαλίκια παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον μιας και έχουν υψηλό συντελεστή υδροπερατότητας, που σε συνδιασμό με την κατείσδεισή τους ευνοούν την ανάπτυξη υδροφόρων οριζόντων.

Επίσης μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κώνοι κορημάτων και οι αλλουβικοί κώνοι που εμφανίζονται στα σημεία αλλαγής κλίσεως - από το ορεινό στο πεδινό - των χειμάρων (παραλίμνιος περιοχή από Πέραμα ως τους Λογγάδες), μιας και εκεί πρακτικά έχουμε μηδενική επιφανειακή απορροή.

- Ημιπερατούς

Εδώ ανήκουν οι αργιλομιγείς άμμοι που εμφανίζονται στις δυτικές περιοχές (Κατσικά, Ανατολής), οι παλιές πυριτικές αποθέσεις των ανατολικών περιοχών (Αγία Τριάδα), και ο φλύσχος ορισμένων περιοχών όπου λόγω της αποσάρθρωσής του τα ανώτερα στρώματά του παρουσιάζουν μια μικρή περατότητα.

- Αδιαπέρατους

Εδώ ανήκει ο φλύσχος της Ιόνιας ζώνης που αποτελεί και το αρνητικό όριο της υδρογεολογικής ενότητας Μιτσικελίου από ανατολικά και ΝΑ, καθώς και άργιλοι και ερυθροπηλοί που απαντώνται στην περιοχή βόρεια του Περάματος.

### 3.2.3 Βιολογική εξέλιξη της λίμνης

Στην ιστορική εξέλιξη της λίμνης μπορούμε να διακρίνουμε δύο μεγάλες βιολογικές φάσεις (Δ.Ε.Λ.Ι., 1995) :

- 1) Η πρώτη φάση φτάνει μέχρι τις αρχές του αιώνα και είναι περίοδος χωρίς προβλήματα για τη λίμνη.
- 2) Η δεύτερη, από τις αρχές του αιώνα μέχρι σήμερα, είναι περίοδος παρεμβάσεων του ανθρώπου στη λίμνη με όλες τις συνέπειες που αυτές προκάλεσαν και προκαλούν.

Τη δεύτερη αυτή βιολογική φάση μπορούμε να τη χωρίσουμε σε τρεις διαφορετικές περιόδους.

Στην πρώτη περίοδο, από τις αρχές του αιώνα μέχρι το 1960, ο κυρίως στόχος την περίοδο αυτή ήταν η ικανοποίηση άμεσων αναγκών της κοινωνίας, όπως αλιεία, κυνήγι, άρδευση. Οι τεχνικές γνώσεις και οι δυνατότητες της εποχής δεν επέτρεπαν ριζικές αλλαγές στο οικοσύστημα, με αποτέλεσμα να διατηρείται η υψηλή παραγωγικότητα, η καθαρότητα και η αισθητική του.

Στη δεύτερη περίοδο, 1960-1980, είναι εποχή γενικότερης ανάπτυξης της χώρας, μετά τη σκληρή δοκιμασία του Β΄ Παγκοσμίου αλλά και του Εμφυλίου πολέμου. Την περίοδο αυτή αναπτύσσεται ένα ολοκληρωμένο σχέδιο, με στόχο την ανάπτυξη της γεωργίας-κτηνοτροφίας στην περιοχή του λεκανοπεδίου, χωρίς να

δοθεί προσοχή στην προστασία του περιβάλλοντος, με το αντίστοιχο υψηλό κόστος (Χριστούλας, 1987).

Το σχέδιο αυτό περιλάμβανε :

- Την αποξήρανση της Λαψίστας και την απόδοση της γης στη γεωργία.
- Τη βελτίωση των εδαφών σε παραδοσιακά βαλτώδεις περιοχές, όπως η Λαψίστα, η Καστρίτσα, η Μπάφρα κ.ά., καθώς και άλλες παρόχθιες περιοχές της λίμνης.
- Την άρδευση των εκτάσεων από τη λίμνη.

Παράλληλα, η γενικότερη οικονομική ανάπτυξη της περιοχής είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού της πόλης και των οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

Φυσικά, η κοινωνία ωφελήθηκε από το σύνολο των παρεμβάσεων, χωρίς βέβαια να αποφύγει το περιβαλλοντικό τίμημα, το οποίο είναι μικρότερο από άλλες περιοχές της χώρας, εκεί όπου η γρήγορη ανάπτυξη σε συνδυασμό με την έξαρση της βιομηχανίας, επέφεραν ανεπανόρθωτες αλλοιώσεις στο περιβάλλον.

- Η γεωργία, περνώντας στη σύγχρονη εντατική μορφή, αυξάνει τις απαιτήσεις σε νερό, λιπάσματα και φυτοφάρμακα. Η συνεχής αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων απαιτεί το 25% του συνολικού όγκου νερού της λίμνης, με αποτέλεσμα η ετήσια διακύμανση της στάθμης να ξεπερνά το 1 m. Τα φυτοφάρμακα ανιχνεύονται όλο και περισσότερο στο νερό της λίμνης, ενώ το φαινόμενο του ευτροφισμού συνδέεται άμεσα και με τα λιπάσματα.

- Οι κτηνοτροφικές μονάδες (χοιροτροφία, πτηνοτροφία) αναπτύσσονται περιμετρικά της λίμνης, επιβαρύνοντας με τα απόβλητα τα νερά της.

- Βιοτεχνίες και μικρές βιομηχανίες οδηγούν τα απόβλητά τους στην αποχέτευση, ενώ άλλες μονάδες, όπως τα μαρμαράδικα, απορρίπτουν τα αδρανή υλικά στις ακτές της.

- Τα όμβρια της πόλης οδηγούνται στη λίμνη, μεταφέροντας ρύπους που προέρχονται από την έκπλυση των δρόμων (Pb), αλλά και οργανικό φορτίο από τις παράνομες συνδέσεις των κατοικιών.

Στα παραπάνω προβλήματα προστίθενται οι παρεμβάσεις στο παραλίμνιο, με στόχο τη διαμόρφωση του χώρου και την ικανοποίηση κοινωνικών αλλαγών (πλατείες, δρόμοι, γήπεδα κ.ά.).

Τα αρνητικά αποτελέσματα της γενικότερης αναπτυξιακής πολιτικής στην περιοχή δεν άργησαν να φανούν και μάλιστα με ιδιαίτερη ένταση στη λίμνη, που αποτελεί τον οικολογικό καθρέφτη της περιοχής.

Η έκταση της λίμνης μειώθηκε σαν αποτέλεσμα των διαχειριστικών σχεδίων στο παραλίμνιο και την αποξήρανση περιοχών όπως η Λαψίστα, καθώς και ο όγκος νερού.

Περιοχές όπου παραδοσιακά έβρισκαν καταφύγιο και χώρο αναπαραγωγής, είδη της πανίδας, καταστράφηκαν ή αλλοιώθηκαν, με αποτέλεσμα να γίνει προβληματική και η ίδια η φυσική αναπαραγωγή των ψαριών. Πολλά είδη έπαψαν να επισκέπτονται τη λίμνη, ενώ είδη που χαρακτηρίζουν το οικοσύστημα περιορίστηκαν ή και εξαφανίσθηκαν (χέλι, μαρίτσι, караβίδα).

Η ρύπανση εμφανίζεται με έντονα συμπτώματα ευτροφισμού, ενώ ανησυχητικά είναι τα επίπεδα μετρήσεων σε ορισμένα τοξικά μέταλλα, όπως ο μόλυβδος (Pb).

Στην τρίτη περίοδο, 1980-1985, είναι περίοδος που δεν λείπουν βέβαια τα προβλήματα, αλλά πλέον αρχίζει η τοπική κοινωνία να τα συνειδητοποιεί και να ψάχνει να βρει λύσεις. Σε αυτή την περίοδο και στα πλαίσια αυτού του προβληματισμού εντάσσεται η κατασκευή του βιολογικού καθαρισμού της πόλης καθώς και η δημιουργία διαφόρων οργανισμών - φορέων για την εξυγίανση της λίμνης.

Μπαίνει πλέον η έννοια του διαχειριστικού σχεδίου καθώς γίνεται φανερό ότι τα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί δεν προέρχονται από ένα μόνο δρόμο, αλλά είναι προϊόν συνδυασμού και άθροισης των παρεμβάσεων που δέχεται το οικοσύστημα από τη γεωργία, την αλιεία, τη ρύπανση από βιομηχανίες και την πόλη, χωρίς να εξαιρείται η φυσική γήρανση του οικοσυστήματος.

Στην τέταρτη περίοδο, 1985 έως σήμερα, είναι περίοδος υλοποίησης των έργων που αποφασίσθηκαν και των πρώτων θετικών αποτελεσμάτων και τα κυριότερα από αυτά :

- ◇ Η λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού από το 1992 συνέβαλε στη μείωση των οργανικών φορτίων που φθάνουν στη λίμνη από τις παράνομες συνδέσεις.



- ◇ Το κλείσιμο των δημοτικών σφαγείων έθεσε τέρμα στην ανεξέλεγκτη απόρριψη ρύπων στη λίμνη.
- ◇ Η περιοδική κοπή μέρους του καλαμώννα, έστω και με τον ευκαιριακό τρόπο που έγινε, συνέβαλε στη μερική αποσυμφόρησή του.
- ◇ Η εφαρμογή προγράμματος εμπλουτισμών, είχαν ως στόχο τη βελτίωση των βιολογικών και φυσικοχημικών δεικτών της λίμνης και την αύξηση της ιχθυοπαραγωγής.

Όλα τα παραπάνω μέτρα συνέβαλαν αποφασιστικά στη βελτίωση της κατάστασης της λίμνης, έτσι ώστε σήμερα να μπορούμε να ελπίζουμε, ότι με τη σωστή διαχειριστική πολιτική η λίμνη θα μπορέσει να ισορροπίσει και να ξαναβρεί τη φυσιολογική της δίαιτα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

## ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Η λίμνη για τα Ιωάννινα υπήρξε πάντα το κέντρο της ζωής των κατοίκων και το σήμα κατατεθέν της πόλης. Ο ρόλος της λοιπόν ήταν πάντα πολυσύνθετος και οι χρήσεις της ποικίλες. Η σημερινή κατάσταση, με βάση τις προτεραιότητες στη χρήση αλλά και τη νομική κατοχύρωση των διαφόρων χρηστών, διαμορφώνεται ως εξής :











### 4.1 Άρδευση

Το νερό της λίμνης χρησιμοποιείται για να καλύψει τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει η συνολική δυνατή έκταση που μπορεί να αρδευτεί φτάνει τα 63.000 στρέμματα (35.000 με φυσική ροή και 28.000 με καταιονισμό) (χάρτης 4.1). Πρακτικά όμως η μέγιστη αρδευόμενη έκταση δεν ξεπέρασε ποτέ τα 38.000 στρέμματα (37.730 στρέμματα το 1988). Ο υπεύθυνος φορέας για τον τρόπο διαχείρισης, χρήσης και συντήρησης του δικτύου είναι ο Γ.Ο.Ε.Β, από όπου και δόθηκαν τα στοιχεία για τις αντλήσεις που φαίνονται στους παρακάτω πίνακες. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι η άρδευση παρά το γεγονός ότι αποτελεί μια εποχιακή ανάγκη έχει το μεγαλύτερο μερίδιο των χρησιμοποιούμενων ποσοτήτων νερού της λίμνης, με άμεση συνέπεια τη διαρκή προστριβή του Γ.Ο.Ε.Β, με τις άλλες ενδιαφερόμενες ομάδες. Αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε εντονότερα τις χρονιές μετά το 1988 και αυτό γιατί το 1988 αρδεύτηκαν 37.730 στρέμματα και χρησιμοποιήθηκαν  $22 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup> νερού , ποσότητα που αντιστοιχεί στο 20% του συνολικού όγκου της λίμνης (στοιχεία Γ.Ο.Ε.Β.) και σε συνδυασμό με τις χαμηλές βροχοπτώσεις που ακολούθησαν τα επόμενα χρόνια (1988 - 1992), είχαν αποτέλεσμα την ταπείνωση της στάθμης της λίμνης σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα με άμεσες και δυσμενείς συνέπειες ( ανεπάρκεια νερού, ευτροφισμός λίμνης, κλπ ).





### 4.2 Αλιεία

Η αλιεία αποτελεί μια παραδοσιακή ενασχόληση κυρίως των κατοίκων του νησιού και του κάστρου. Η λίμνη φημίζεται τόσο για την ποσότητα όσο και για την ποιότητα των ψαριών της και κατέχει την πρώτη θέση σε αλιευτική παραγωγή από όλες τις άλλες λίμνες της Ελλάδας.



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

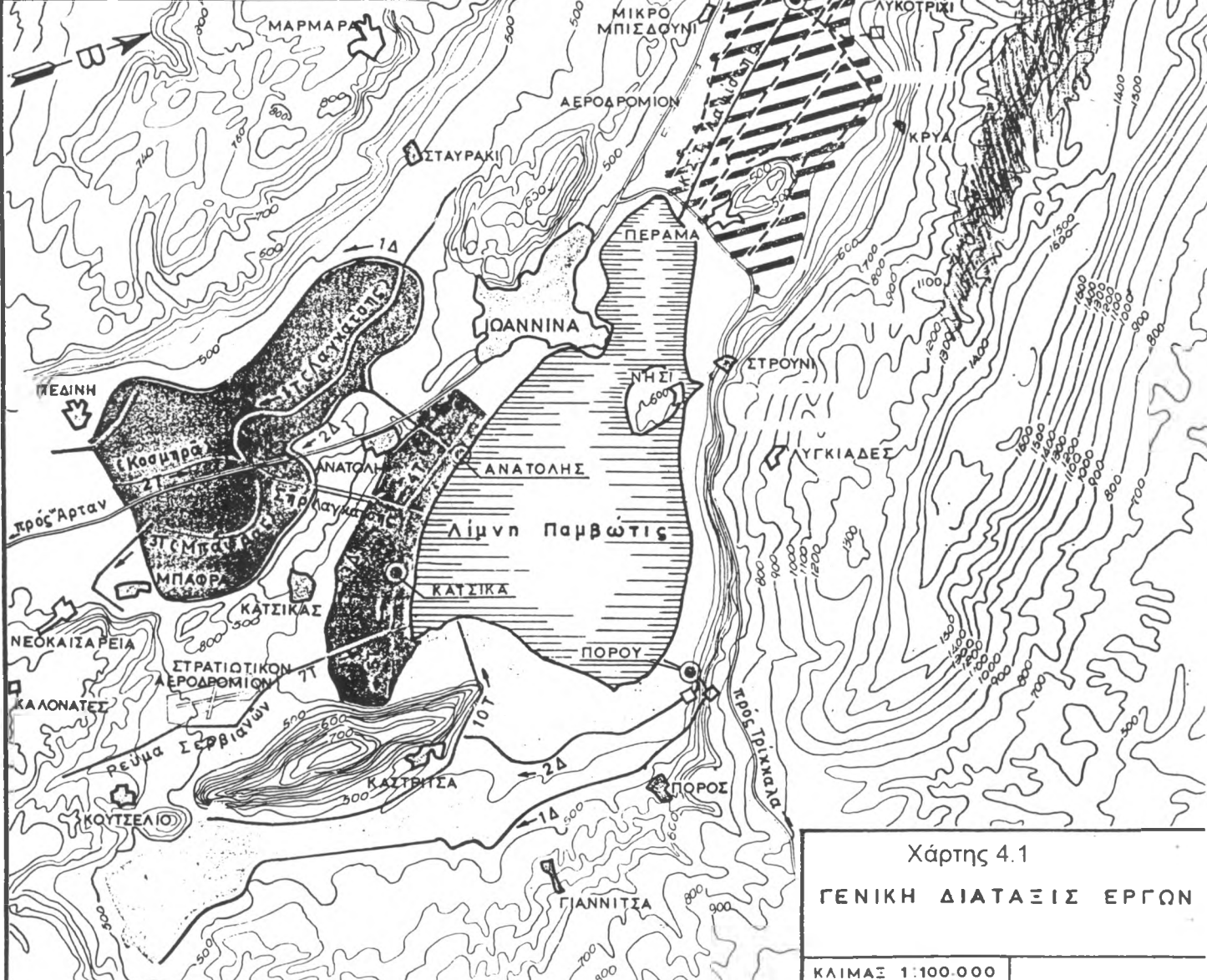
-  ΟΙΚΙΣΜΟΙ
-  ΕΘΝΙΚΑΙ ΟΔΟΙ
-  ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΘΕΙΣΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ
-  ΤΑΦΡΟΙ
-  ΔΙΟΥΡΥΓΕΣ
-  ΣΩΛΗΝΟΤΟΙ ΑΓΩΓΟΙ
-  ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ
-  ΑΝΤΛΙΟΣΤ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣ
-  ΔΕΞΑΜΕΝΑΙ ΑΝΑΡΡΥΘΜΙΣΕΩΣ
-  ΑΝΑΧΩΜΑ

**ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ**

	ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΑΚΚΑΤΙΝΗΣ	1090 ΕΚΤ
	ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΤΟΛΗΣ	520 "
	ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΡΟΥ	1430 "
	ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΤΣΑΛΗΣ	500 "
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	3.540 "

**ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ**

	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΠΙΣΔΟΥΝΙΟΥ ΚΡΥΑΣ	1640 ΕΚΤ
	ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥΜΠΑΣ	1.220 "
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	2.860 "
	ΣΥΝΟΛΟΝ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΝ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΙΩΝ	6.400



Χάρτης 4.1  
**ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΙΣ ΕΡΓΩΝ**  
 ΚΑΙΜΑΣ 1:100.000

Τα τελευταία χρόνια όμως με τις διάφορες αλόγιστες παρεμβάσεις του ανθρώπου, (αποξήρανση της Λαψίστας, μπαζώματα της παραλίμνιας περιοχής, υψηλή άντληση κ.α.), μειώθηκε η αναπαραγωγή των ψαριών καθώς και η ποσότητα των χελιών.

Για αυτό και από το 1985 η Δ.Ε.Λ.Ι. (Δημοτική Επιχείρηση Λίμνης Ιωαννίνων), άρχισε προσπάθειες για τον εμπλουτισμό της λίμνης με γόνιο παραδοσιακών αλλά και νέων ειδών μεγαλύτερης εμπορικής αξίας, με στόχο την αύξηση της ιχθυοπαραγωγής. Η προσπάθεια αυτή σήμερα πλέον μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχημένη.

### **4.3 Αναψυχή - Τουρισμός**

Πόλος έλξης τουριστών αλλά και τόπος αναψυχής και ηρεμίας για τους ντόπιους εδώ και χρόνια είναι η λίμνη. Παρά το γεγονός ότι αποτελεί ένα τεράστιο φυσικό πάρκο, ένα οικοσύστημα τόσο ποικιλόμορφο όσο και εύθραυστο, ποτέ δεν αντιμετωπίστηκε σωστά μέχρι σήμερα. Τόσο στον ιδιωτικό, όσο και στον δημόσιο τομέα (επιχώσεις τμημάτων της λίμνης στο Πέραμα για την κατασκευή χώρων αναψυχής), δεν λήφθηκε ποτέ καμία μέριμνα για την προστασία και διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών της λίμνης.

Εξαιρεση αποτελεί η Κοινότητα του Νησιού όπου διατηρεί αναλοίωτο το φυσικό περιβάλλον και το παραδοσιακό χρώμα.

Η λίμνη αντιμετωπιζόταν πάντα ως ο "κομπάρσος", το ντεκόρ και όχι ως το κύριο αξιοθέατο και αυτός είναι ο λόγος που δεν έχει αναπτυχθεί ο οικοτουρισμός, και γενικότερα δραστηριότητες εναλλακτικού τουρισμού, δραστηριότητες που μπορούν να προβάλλουν τη λίμνη με τις ελάχιστες δυνατές επιπτώσεις στον φυσικό της χαρακτήρα.

Για όλους τους παραπάνω λόγους κρίνεται απαραίτητη η μικρή διακύμανση της στάθμης της ετησίως.

### **4.4 Αθλητισμός**

Κέντρο πολλών ναυαθλητικών δραστηριοτήτων είναι η λίμνη. Λειτουργεί ναυτικός όμιλος με έδρα τη Λιμνοπούλα με εγκαταστάσεις ολυμπιακών προδιαγραφών, που έχει τμήματα κολύμβησης, πόλο, κωπηλασίας, και θαλασσίτου σκί. Τακτικότερα φιλοξενούνται αγώνες τόσο εθνικοί όσο και διεθνείς ακόμη και

παγκόσμια πρωταθλήματα. Το μόνο πρόβλημα που υπάρχει είναι ο κίνδυνος τραυματισμού από την πτώση των αθλητών σε περιόδους πολύ χαμηλής στάθμης της λίμνης ενώ μια σκέψη που υπήρχε για τη δημιουργία καναλιού κωπηλασίας έχει απορριφθεί λόγω πολύ μεγάλου κόστους.

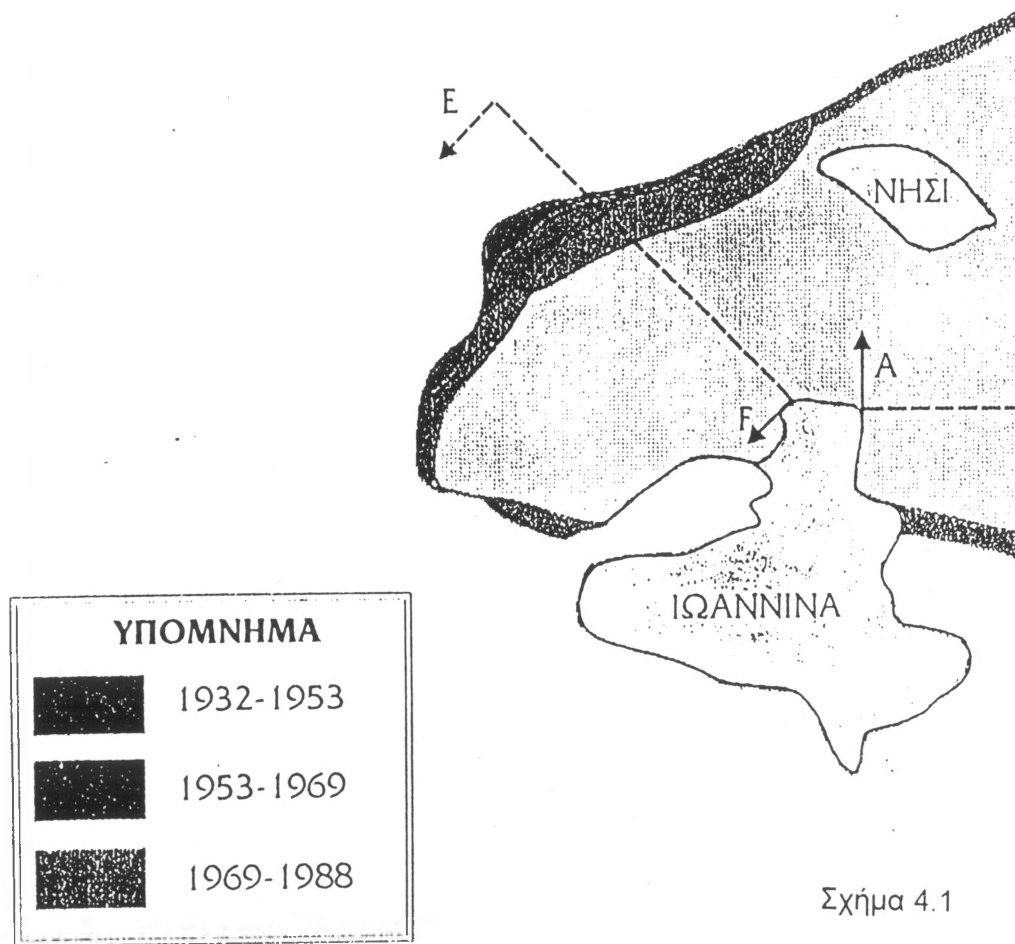
#### **4.5 Κτηνοτροφία**

Η περιοχή γύρω από τη λίμνη χρησιμοποιείται από κτηνοτρόφους της περιοχής για την εκτροφή των ζώων τους. Είναι μια δραστηριότητα που μπορούμε να πούμε ότι μάλλον ευεργετικά επιδρά στο περιβάλλον μιας και δεν γίνεται με μεγάλη ένταση. Τα ζώα έχουν ως τροφή τον καλαμώννα και έτσι περιορίζουν την έκτασή του και αξιοποιούν τη φυτική παραγωγή, ενώ παράλληλα δεν δρουν βλαπτικά για τους άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος.

#### **4.6 Καταπατήσεις**

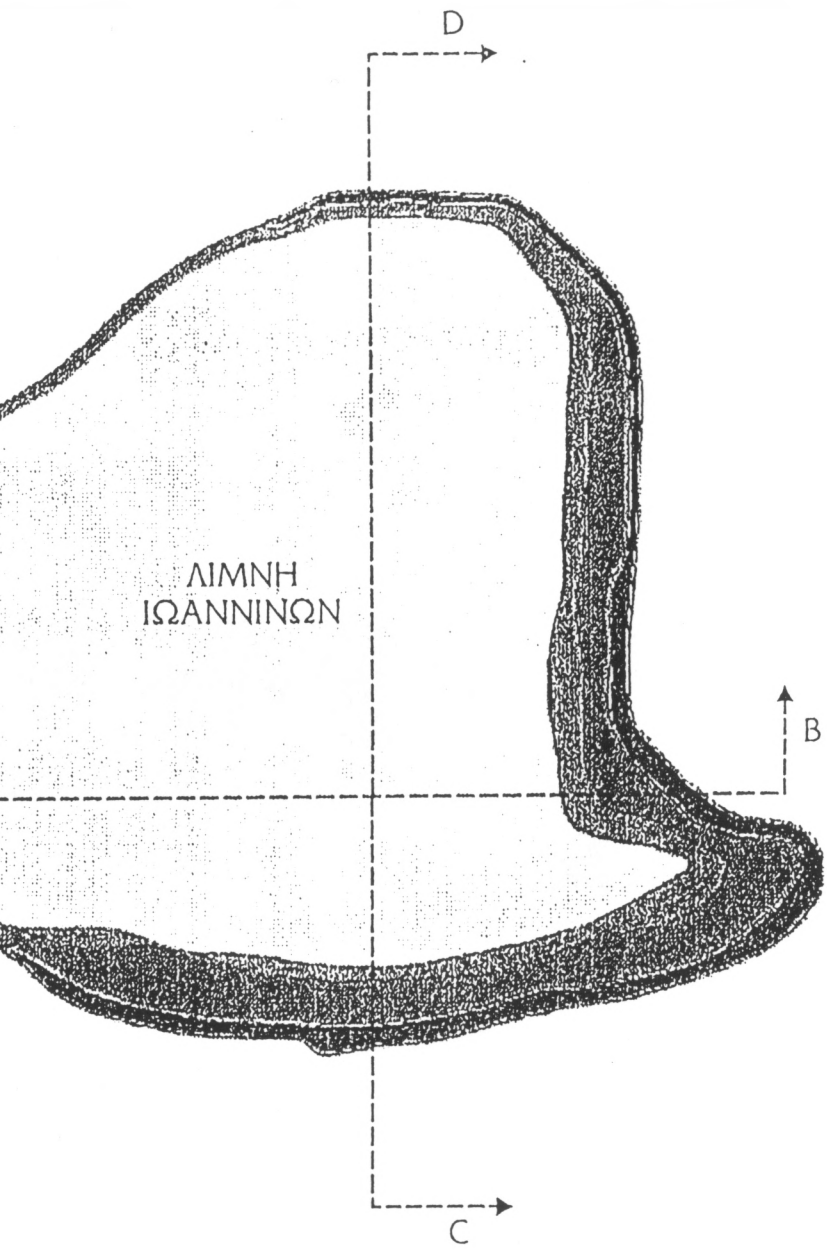
Αυτός ο ιδιαίτερος τρόπος "χρήσης" της λίμνης αποτελεί και το σοβαρότερο πρόβλημα για τη σημερινή εικόνα της, και για τη μελλοντική της κατάσταση. Ο παραλίμνιος χώρος γίνεται καθημερινά τόπος αυθαιρεσιών και βάνουστου τραυματισμού του οικοσυστήματος της περιοχής με αποτέλεσμα τη συνεχώς μειούμενη έκταση της λίμνης (σχήμα 4.1 και 4.2). Καταπατήσεις και αυθαιρεσίες βλέπουμε παντού γύρω από τη λίμνη με περιφράξεις της παραλίμνιας περιοχής, κατασκευές πάρκων και πλατειών και τη δημιουργία κέντρων διασκέδασης. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την επιφόρτιση του φυσικού περιβάλλοντος κυρίως με ηχητικούς ρύπους και την αλλοίωση της πανίδας και της χλωρίδας.

# ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣΧΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΣ (1932-1988)



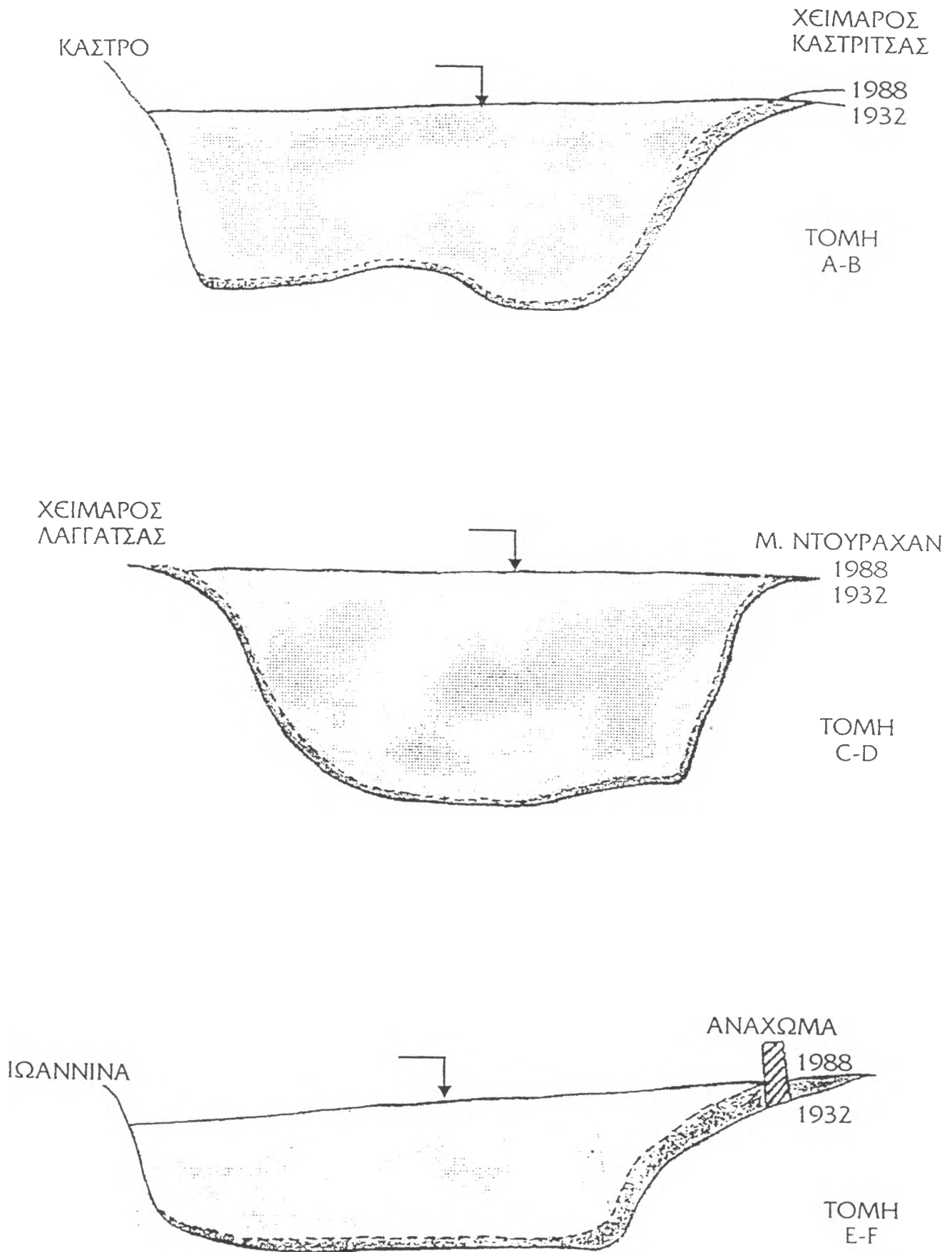
Σχήμα 4.1

Πηγή ΔΕΛΙ





# ΤΟΜΕΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΟΣΧΩΣΕΙΣ



Σχήμα 4.2

Πηγή ΔΕΛΙ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**5.1 Προσομοίωση συστήματος υδατικών πόρων**

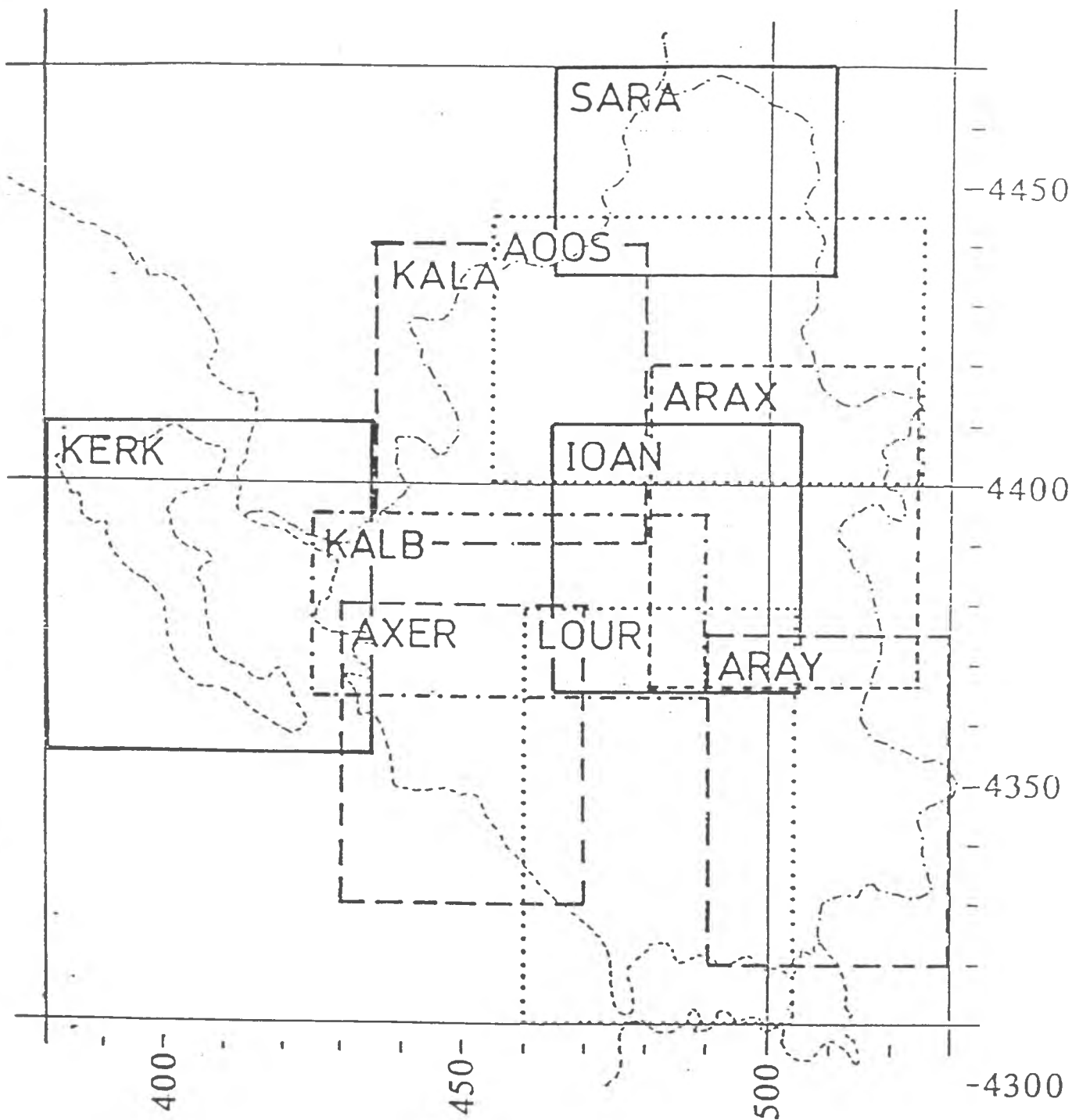
**5.1.1 Γενικές αρχές σχηματοποίησης συστήματος**

Το Υ.Β.Ε.Τ. στα πλαίσια της μελέτης πιλότου για την αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της Ηπείρου, έχει σχηματοποιήσει την υπάρχουσα κατάσταση με βάση τη φυσική ή και τεχνητή σύνδεση ποταμών και αποδεκτών. Περιλαμβάνει τις λεκάνες Λούρου, Αράχθου, Αώου (με τις υπολεκάνες Σαραντάπορου, Βοϊδομάτη, Δρίνου) Καλαμά και την κλειστή λεκάνη Ιωαννίνων, τη λεκάνη Αχέροντα και την κλειστή λεκάνη Μαργαριτίου.

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες του διαμερίσματος όπως είδαμε είναι εκείνες του Αώου, Καλαμά, Αχέροντα, Λούρου, Αραχθου και των Ιωαννίνων και για τις ανάγκες της μελέτης μας (κατανομή βροχοπτώσεων και απορροών κ.τ.λ.) όπως αυτές προκύπτουν από τις απαιτήσεις του προγράμματος ΗΥΜΟΣ που χρησιμοποιήσαμε, τις χωρίζουμε σε εννέα υδατικά τμήματα (σχήμα 5.1) (ορθογώνια). Για κάθε τμήμα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο ορισμός του έγινε με βάση τη μορφολογία και η κύρια υδρολογική (φυσική) λεκάνη βρίσκεται στο κέντρο του.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα υδατικά τμήματα, στα οποία χωρίζουμε το υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου, καθώς και τις συντεταγμένες της επάνω αριστερής και κάτω δεξιάς γωνίας του αντιστοιχίου ορθογωνίου. Οι θέσεις των σημείων ορίσθηκαν με βάση το δίκτυο UTM (Universal Transverse Mercator), Ζώνη 34°, με αρχή 27° ανατολικό.

α/α	ΟΝΟΜΑ	X1	Y1	X2	Y2	ΛΕΚΑΝΗ
1	SARA	465	4470	510	4435	Σαραντάπορου
2	ΑΟΟΣ	455	4445	525	4400	Αώου
3	ΙΟΑΝ	475	4410	500	4370	Ιωαννίνων
4	ΚΑΛΑ	435	4440	480	4390	Καλαμά βόρεια
5	ΚΑΛΒ	425	4395	490	4365	Καλαμά νότια
6	ΑΡΑΧ	480	4420	525	4365	Αράχθου βόρεια



Σχήμα 5.1 Υδατικά τμήματα περιοχής Ηπείρου  
 Πηγή ΥΒΕΤ

7	ARAY	490	4375	530	4320	Αράχθου νότια
8	LOUR	460	4380	505	4310	Λούρου
9	AXER	430	4380	470	4330	Αχέροντα

### Πίνακας 5.1 : Υδατικά τμήματα Ηπείρου

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή μας ενδιαφέρει το ορθογώνιο με αριθμό 3.

Το πρόγραμμα RIBASIM έχει τη δυνατότητα προσομοίωσης φυσικών χαρακτηριστικών και χρήσεων σε μια λεκάνη, με τη βοήθεια ενός συστήματος κλάδων και κόμβων. Για την προσομοίωση φυσικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα είδη κόμβων:

- εισόδου, για την αναπαράσταση εισροών στο σύστημα
- μειώσεων ή αυξήσεων παροχής, για την αναπαράσταση φυσικών διακυμάνσεων ποσότητας νερού (π.χ. μέσω καταβοθρών κλπ)
- ελάχιστης παροχής, για την εξασφάλιση επιθυμητής ποσότητας σε συγκεκριμένα σημεία του συστήματος.

Για την προσομοίωση των χρήσεων χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα είδη κόμβων:

- ταμιευτήρα με ή χωρίς σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- αρδευόμενης έκτασης
- ιχθυοκαλλιέργειας
- ύδρευσης μιας περιοχής
- έκτασης με πολλαπλή χρήση (π.χ. άρδευση, ιχθυοκαλλιέργεια, γεωτρήσεις κλπ)
- έκτασης πολλαπλής σκοπιμότητας με βασική εξυπηρέτηση αναγκών από υπόγεια νερά

Για τις ανάγκες της σχηματοποίησης γίνεται επιπλέον χρήση κόμβων :

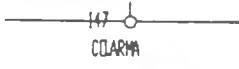
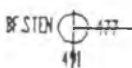







- συμβολής κλάδων
- εκτροπής ή απλής διακλάδωσης
- τέρματος

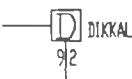



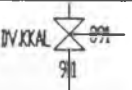


### 5.1.2 Σχηματοποίηση υφιστάμενης κατάστασης

Στη σημερινή κατάσταση λήφθηκε υπόψη η υφιστάμενη κατάσταση χρήσεων και έργων, και από εκεί προέκυψε και το μελλοντικό σχήμα με την πρόσθεση κόμβων που αναπαριστούν τα νέα έργα και χρήσεις στην περιοχή.

Η σχηματοποίηση έγινε στους βασικούς άξονες των ποταμών Λούρου, Αράχθου, Αώου, Σαραντάπορου, Βοϊδομάτη, Δρίνου και Καλαμά. Η λεκάνη Ιωαννίνων προσομοιώθηκε σαν ένας φυσικός ταμιευτήρας. Οι άξονες αυτοί συνδέθηκαν με τρόπο ώστε να αναπαριστάται η επικοινωνία που υπάρχει στην πραγματικότητα:

- Ο Λούρος και ο Άραχθος συνδέονται στο αποστραγγιστικό σύστημα της πεδιάδας Άρτας-Πρέβεζας.
- Ο Αώος και ο Άραχθος επικοινωνούν μέσω της σήραγγας προσαγωγής του Υδροηλεκτρικού Έργου Πηγών Αώου.
- Οι ποταμοί Αώος, Σαραντάπορος, Βοϊδομάτης έχουν φυσική σύνδεση πριν τα σύνορα Ελλάδας-Αλβανίας και ο Δρίνος αμέσως μετά.
- Η λεκάνη Ιωαννίνων συνδέεται με τον ποταμό Καλαμά μέσω της αποστραγγιστικής σήραγγας Λαψίστας.

Είδος κόμβου	Σχηματική παράσταση	Ονομασία
Συβολής		CO.
Διακλάδωσης		BF.
Πηγών		SP.
Επιφ. Αποροής		TR.
Διακύμανση Επιφανειακών Παραγόντων		LO.
Διακύμανση Επιφανειακών Παραγόντων		GA.
Ταμιευτήρα με ΥΗΕ		RP.
Ιχθυοκαλλιέργειας		FI.
Υδρευσης		PW.

Αρδευσης		DI.
Αρδευομένων περιοχών		IR.
Λίμνης		RE.
Απαίτηση συγκεκριμένης παροχής		LF.
Κόμβος εκτροπής		DV.
Εισροής		IF.
Τέρματος		EN.

Πίνακας 5.2 : Είδη κόμβων δικτύου

Αναλυτικά όλο το δίκτυο περιγράφεται στο παράρτημα

## 5.2 Πρόγραμμα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

Το πρόγραμμα διαχείρισης υδατικών πόρων που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της εργασίας αυτής είναι το RIBASIM, το οποίο αναπτύχθηκε από την Ολλανδική εταιρία DELFT HYDRAYLICS, και η προσαρμογή των παραμέτρων του για το διαμέρισμα της Ηπείρου έγινε αρχικά από το Υ.Β.Ε.Τ. στο γενικότερο πλαίσιο μελέτης για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων της χώρας μας.

Αυτή η γενικότερη μελέτη αποτέλεσε και το σκελετό για την παρούσα εργασία, στα πλαίσια της οποίας τα στοιχεία εμπλουτίστηκαν και αναπροσαρμόστηκαν, για την πληρέστερη και καλύτερη αναπαράσταση της περιοχής ενδιαφέροντός μας.

Το πρόγραμμα ολοκληρώνεται σε τρία στάδια :

### A) Συλλογή και επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων φυσικού συστήματος

#### A<sub>1</sub>) Συλλογή δεδομένων

- *Υδρομετεωρολογικά δεδομένα*

Χαρακτηριστικά κλίματος και επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Συλλογή και αρχειοθέτηση πρωτογενών δεδομένων θερμοκρασίας, υγρασίας αέρα, ηλιοφάνειας, ταχύτητας ανέμου.

- *Υδρολογικά δεδομένα*

Συλλογή πρωτογενών ημερησίων βροχομετρικών και χιονομετρικών δεδομένων, ημερησίων παροχών, μετρήσεων στάθμης. Έλεγχος αξιοπιστίας δεδομένων. Καθορισμός υδρολογικών λεκανών και συλλογή χαρτών (ισουετών, τοπογραφικοί 1/100.000, υδρογραφικού δικτύου).

- *Υδρογεωλογικά δεδομένα*

- Συλλογή χαρτών (γεωλογικών 1/50.000, υδρογεωλογικών 1/50.000, σημείων ύδατος, πιεζομετρικών, υδροχημικών, ρυπαντικής επιδεκτικότητας).

- Καθορισμός υδρογεωλογικών λεκανών και συστημάτων.

- Έλεγχος αξιοπιστίας χρονοσειρών.

- Συλλογή και αρχειοθέτηση υδρογεωλογικών παραμέτρων (συντελεστής υδατοχωρητικότητας, στράγγισης κ.λ.π.).

- Ημερήσια δεδομένα στάθμης υπογείων νερών και παροχών.



## A<sub>2</sub>) Επεξεργασία και διαχείριση των στοιχείων

- *Υδρομετεωρολογικά δεδομένα*

Μετεωρολογικά δεδομένα

- Στατιστική ανάλυση.
- Εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής.

Υδρολογικά δεδομένα

- Συμπλήρωση και διόρθωση βροχομετρικών παρατηρήσεων.
- Υπολογισμός μέσης βροχόπτωσης.
- Στατιστική ανάλυση βοχοπτώσεων για την εκτίμηση ακραίων τιμών.
- Κατάρτηση καμπυλών στάθμης παροχής.
- Στατιστική ανάλυση παροχών για την εκτίμηση ακραίων υδρολογικών γεγονότων.
- Συμπλήρωση χρονοσειρών και δημιουργία συνθετικών χρονοσειρών παροχών σε σημεία που δεν υπάρχουν μετρήσεις με την εφαρμογή στοχαστικών μοντέλων μετατροπής της βροχής σε παροχή.
- Υπολογισμός υδρογεωλογικού ισοζυγίου. Εφαρμογή ανάλογων μοντέλων.

- *Υδρογεωλογικά δεδομένα*

- Στατιστική ανάλυση χρονοσειρών μετρήσεων στάθμης γεωτρήσεων και φρεάτων και χρονοσειρών παροχών.
- Συσχέτιση στάθμης γεωτρήσεων και παροχών πηγών, συμπλήρωση και επέκταση μετρήσεων.
- Αξιολόγηση της επάρκειας των δεδομένων.
- Ανάγκη συμπλήρωσης ή επικαιροποίησης δεδομένων.
- Συλλογή συμπληρωματικών στοιχείων από την ύπαιθρο.
- Εφαρμογή μοντέλων πεπερασμένων στοιχείων για την εκτίμηση του ισοζυγίου συγκεκριμένων υδρολογικών συστημάτων ή ενοτήτων.
- Ανάλυση χρονοσειρών παροχών, εκτίμηση συντελεστών στείρευσης και αποθεμάτων. Ειδικά για καρστικά υδροφόρα συστήματα εφαρμογή στοχαστικών μοντέλων για τον υπολογισμό του ισοζυγίου.

### **B) Ανάλυση υποδομής και χρήσεων**

Εδώ καταγράφονται όλες οι παραγωγικές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο υδατικό διαμέρισμα καθώς και τα έργα αξιοποίησης των υδατικών αποθεμάτων που εξυπηρετούν αυτές τις δραστηριότητες. Στα πλαίσια αυτά εκτιμάται η ζήτηση νερού για άρδευση, ύδρευση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ιχθυοκαλλιέργειες, αλλά και τη διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας.

Εδώ επίσης υπεισέρχεται ο όρος "προτεραιότητα στη χρήση", καθώς και "ιδιοκτησιακό καθεστώς".

Γίνεται επίσης καταγραφή των πληθυσμιακών δεδομένων της περιοχής καθώς και εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών και έργων.

### **Γ) Υδατική διαχείριση**

Εδώ γίνεται η εισαγωγή των αποτελεσμάτων των δύο προηγούμενων σταδίων.

Ένα τέτοιο μοντέλο σε γενικές γραμμές προσομοιάζει τη χωροχρονική κατανομή ποσοτικών δεδομένων και ποιοτικών χαρακτηριστικών της προσφοράς και της ζήτησης νερού σε κάθε ξεχωριστά ορισμένο σημείο της περιοχής, και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Ως κόμβους έχουμε όλες τις υφιστάμενες δομές και υποδομές της περιοχής που αφορούν τη διανομή (εκτροπές, αντλήσεις), αποθήκευση (ταμιευτήρες, λίμνες), χρήση (ύδρευση, άρδευση) του νερού καθώς και τα έργα επεξεργασίας των λυμάτων και αποβλήτων.

Γι αυτούς υπολογίζονται :

- τα διαμορφωμένα υδατικά και ποιοτικά ισοζύγια,
- τις απώλειες νερού π.χ. λόγω εξάτμισης, και
- τη διαφοροποίηση στην ποιότητα του νερού

Είσοδοι νερού στο υδατικό σύστημα είναι οι κόμβοι εισροής νερού και διαθεσιμότητας υπογείων νερών.

Έξοδοι νερού από το υδατικό σύστημα είναι οι κόμβοι εκτροπών και των τελικών αποδεκτών.

Όλοι αυτοί οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους, μεταφέροντας βέβαια όλες τις παραμέτρους που προαναφέραμε, διαμορφώνοντας νέα ισοζύγια, ικανοποιώντας τις προδιαγεγραμμένες ζητήσεις, σύμφωνα με τους αντίστοιχους όρους (Υ.Β.Ε.Τ. 1993).

Το διαχειριστικό αυτό μοντέλο προετοιμάζεται κατ' αρχάς για την προσομοίωση της σημερινής κατάστασης. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιούνται τα δεδομένα εισαγωγής των 10 τελευταίων ετών, διαστασιολογούνται όλα τα υφιστάμενα έργα και εισάγονται όλοι οι περιορισμοί λειτουργίας του συστήματος που υφίστανται σήμερα. Το μοντέλο ρυθμίζεται και ελέγχεται σε ότι αφορά τη ρεαλιστικότητά του από σημεία για τα οποία υπάρχουν σημερινές μετρήσεις ποσότητας, ποιότητας των νερών, λειτουργίας και αποδοτικότητας έργων κ.τ.λ. με βήμα ανάλογο των αναγκών μας. Για την παρούσα εργασία το κριτήριο αυτό αποτέλεσε η διακύμανση της στάθμης της λίμνης, για την οποία έχουμε μετρήσεις για την περίοδο 1990 - 1994.

Το πρόγραμμα επίσης μπορεί να χρησιμοποιήσει και οικονομικές παραμέτρους και να εκτιμήσουμε έτσι και οικονομικά το αποτέλεσμα της μελέτης μας, πράγμα που δεν έγινε στη συγκεκριμένη εργασία.

### 5.3 Υδρολογικά Δεδομένα

Σε όλη την Ήπειρο υπάρχουν συνολικά 91 περίπου βροχομετρικοί σταθμοί και 5 μετεωρολογικοί που ανήκουν σε δίκτυα των υπηρεσιών ΕΜΥ, ΔΕΗ, ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Γεωργίας, ΙΓΜΕ. Καταγραφή μερικών σταθμών καθώς και ο εξοπλισμός του δίνεται στο σχήμα 5.2. Για τη λεκάνη των Ιωαννίνων έχουμε πλήρη στοιχεία για 11 σταθμούς για την περίοδο 1951 - 1988 ενώ για την περίοδο 1988 - 1994 υπάρχουν πλήρη στοιχεία μόνο για 4 σταθμούς.

Για τον υπολογισμό της μέσης βροχόπτωσης, αλλά και της απορροής από τα μηνιαία δεδομένα, έγινε χρήση των προγραμμάτων TRENDMHN, BROXOPLOT και BEMERMHN. Παρακάτω δίνονται οι γενικές αρχές λειτουργίας των τριών αυτών προγραμμάτων (Υ.Β.Ε.Τ., 1993).

#### 5.3.1 Μεθοδολογία Υπολογισμού της Βροχόπτωσης

Το μοντέλο TRENDMHN όπως έχει αναφερθεί, βασίζεται στην υπόθεση ότι η βροχόπτωση αυξάνεται γραμμικά με το υψόμετρο και η έντασή της μεταβάλλεται γραμμικά κατά την οριζόντια διάσταση του χώρου (Υ.Β.Ε.Τ. Μελέτη πιλότος 1993).

Γενικά το ύψος της μηνιαίας βροχόπτωσης  $p$  σε ένα σημείο εκφράζεται με την γενική εξίσωση :

$$p = d + ax + by + cz$$

όπου  $x, y, z$  οι τοπογραφικές συντεταγμένες του σημείου και  $a, b, c$ , σταθεροί συντελεστές που εκφράζουν την τάση μεταβολής της βροχής από ανατολικά προς δυτικά, από νότο προς βορρά και από χαμηλά προς υψηλά υψόμετρα.

Οι τιμές των συντελεστών πρέπει να προσδιοριστούν για κάθε μήνα. Για να γίνει αυτό καταστρώνεται ένα σύστημα  $N$  εξισώσεων ( $N$  ο αριθμός των σταθμών) με τέσσερις αγνώστους. Έτσι έχουμε :

$$p_1 = d + ax_1 + by_1 + cz_1$$

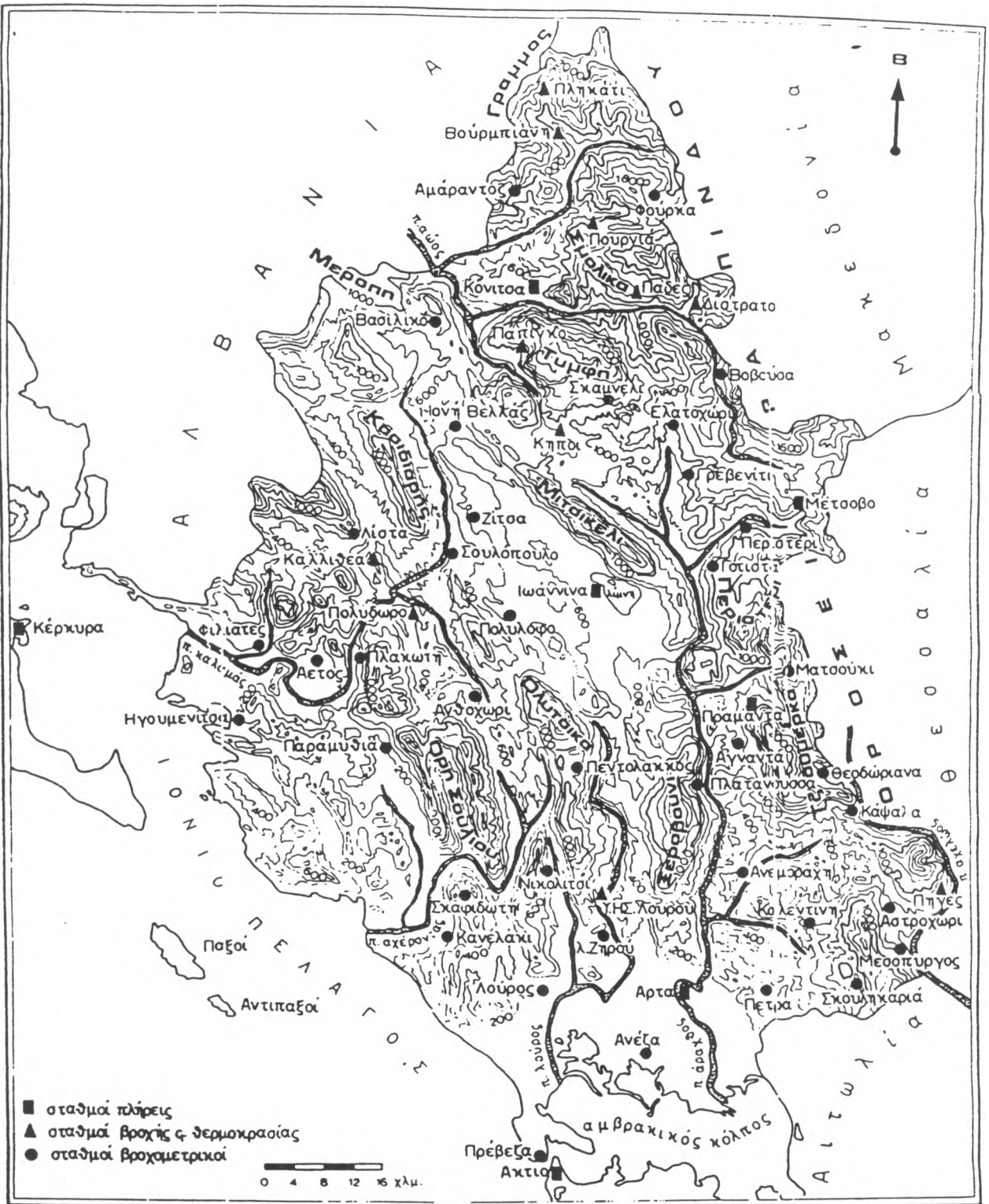
$$p_2 = d + ax_2 + by_2 + cz_2$$

$$p_3 = d + ax_3 + by_3 + cz_3$$

.....

$$p_N = d + ax_N + by_N + cz_N$$

Η επίλυση του συστήματος αυτού γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Προσδιορίζονται οι τιμές των  $a, b, c, d$ , έτσι ώστε όταν τοποθετηθούν οι τιμές τους



Σχήμα 5.2 Βροχομετρικοί σταθμοί Ηπείρου  
 Πηγή Σούλης Ν.

στις εξισώσεις, οι τιμές των βροχοπτώσεων που προκύπτουν να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερες προς τις παρατηρηθείσες.

Το πρόγραμμα επίσης μας δίνει τη δυνατότητα διόρθωσης και συμπλήρωσης των βροχομετρικών δεδομένων καθώς και τη δυνατότητα αξιολόγησης της αξιοπιστίας των βροχομετρικών σταθμών. Χρήση του προγράμματος έγινε για την περίοδο 1951 - 1988 βάση της μελέτης του ΥΒΕΤ.

Για την περίοδο 1989 - 1994 οι παρατηρήσεις των σταθμών δεν ήταν επαρκείς. Κάποιοι από αυτούς έπαψαν να λειτουργούν, ενώ άλλοι έδωσαν σποραδικές - πρακτικά αναξιόποιτες μετρήσεις, ενώ υπάρχουν και κάποιοι που ιδρύθηκαν πρόσφατα και δεν έχουν μεγάλη περίοδο παρατήρησης. Τελικά για τους 4 σταθμούς που είχαμε στοιχεία, οι 2 (στην περιοχή του Πανεπιστημίου) λόγω της ακαταλληλότητας της θέσης που έχουν τοποθετηθεί είναι οι πλέον αναξιόπιστοι. Αναγκαστήκαμε έτσι για τους 4 αυτούς σταθμούς να μην κάνουμε μια αυστηρά υδρολογική εφαρμογή και ανάλυση, αλλά μια συσχέτιση (correlation) των μηνιαίων τιμών μεταξύ των περιόδων 1970 - 1988 και 1988 - 1994 και να καταλήξουμε έτσι στη δημιουργία μιας νέας χρονοσειράς.

Υπολογίστηκε μια πλήρης χρονοσειρά μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων για την περίοδο 1951 - 1994.

Στο υδατικό τμήμα της μελέτης μας, εφαρμόστηκε το μοντέλο TRENDMHN και προέκυψε έτσι η βροχόπτωση στο δίκτυο των σημείων της επιφάνειας του εδάφους, δηλαδή σε ένα δίκτυο που είναι πολύ πυκνότερο από το δίκτυο των βροχομετρικών σταθμών. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούσαν τα μηνιαία βροχομετρικά στοιχεία. Η παραπάνω εργασία επαναλήφθηκε για όλους τους μήνες κάθε χρονιάς, και για όλες τις χρονιές του υδατικού τμήματος.

Για την κλειστή λεκάνη των Ιωαννίνων καλύφθηκε η περίοδος 1951 - 1994, ενώ για κάθε ένα από τα υπόλοιπα υδατικά τμήματα του διαμερίσματος της Ηπείρου είχε καλυφθεί μόνο η περίοδος 1951 - 1988, όπως προαναφέραμε.

### **5.3.2 Αποτελέσματα Μέσης Ετήσιας Βροχόπτωσης**

Ο υπολογισμός της μέσης μηνιαίας τιμής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα BROXOPLOT, που είναι ευέλικτο και ακριβές. Το πρόγραμμα ουσιαστικά υπολογίζει το συνολικό όγκο του νερού, (το άθροισμα των όγκων όλων των στοιχειωδών τμημάτων της λεκάνης) και το ολικό εμβαδό της επιφάνειας, και έτσι η μέση βροχόπτωση προκύπτει ως το πηλίκο τους.

Τα βροχομετρικά στοιχεία αντιστοιχούν σε σημεία της επιφάνειας του εδάφους και έχουν τυχαία διάταξη. Το πρόγραμμα λαμβάνει αυτά τα δεδομένα και κατασκευάζει ένα πυκνότερο δίκτυο σημείων, το οποίο είναι και κανονικό (ορθογώνιο). Κατά τον υπολογισμό της βροχόπτωσης στο νέο πλέγμα γίνεται και μία εξομάλυνση των δεδομένων στο χώρο, έτσι ώστε να αποσβεστούν οι απότομες μεταβολές της βροχόπτωσης, που παρατηρούνται μερικές φορές στις κορυφές των βουνών.

Πρόέκυψαν έτσι χρονοσειρές μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων, για την περίοδο 1951 - 1994, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στο επόμενο στάδιο για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου, της επιφανειακής και της υπόγειας απορροής.

Η χρονοσειρά αυτή χρησιμοποιείται στο επόμενο στάδιο της μελέτης για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου και της επιφανειακής ή υπόγειας απορροής που έγιναν με τη χρήση του BEMERMHN, ενός ειδικού μοντέλου μετατροπής της βροχής σε απορροή.

### **5.3.3 Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία είναι ένα απαραίτητο στοιχείο για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής. Η επεξεργασία των δεδομένων του σταθμού Ιωαννίνων αφορούσε στον υπολογισμό των μέσων μηνιαίων τιμών.

### **5.3.4 Απορροή**

Η απορροή μιας λεκάνης εξαρτάται, εκτός των άλλων παραγόντων και από τη γεωλογία της. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί, ευνοούν την ανάπτυξη εκτεταμένων καρστικών υδροφόρων οριζόντων που τις περισσότερες φορές ξεπερνούν τα όρια των υδρολογικών λεκανών επιτρέποντας έτσι τη μεταφορά νερών από τη μια λεκάνη στην άλλη. Επομένως η μετρούμενη παροχή σε ένα σημείο της λεκάνης αντιπροσωπεύει τη μικτή επιφανειακή και υπόγεια απορροή.

Ιδιαίτερα σε μια λεκάνη όπως αυτή των Ιωαννίνων που είναι κλειστή και αποστραγγίζεται τόσο από καταβόθρες όσο και από τεχνητά έργα, το πρόβλημα της διάκρισης της ροής σε υπόγεια και επιφανειακή γίνεται ακόμα δυσκολότερο.

Για να κατανοήσουμε το πρόβλημα των υπόγειων ποσοτικών μεταγίσεων μέσα στην ίδια λεκάνη ή και μεταξύ διαφορετικών λεκανών, μπορούμε να εξετάσουμε το υδατικό ισοζύγιο των μεγάλων ποταμών, σε όλη τη λεκάνη του ποταμού αλλά και σε διαδοχικά βήματα ανά υπολεκάνη, που να ορίζεται πριν και μετά την παρεμβολή ενός καρστικού συστήματος. Με το τρόπο αυτό μπορούμε να ελέγξουμε εάν η προοδευτική αύξηση της λεκάνης τροφοδοσίας του ποταμού συμβαδίζει με μια αντίστοιχη αύξηση της παροχής ή με μείωσή της, να διαπιστώσουμε επομένως εάν υπάρχουν εισροές ή εκροές νερού προς ή από τον ποταμό σε γειτονικά υδρολογικά συστήματα και που είναι συμβατές με τη γεωλογική δομή της περιοχής.

Με τη μέθοδο αυτή δεν μπορούμε να ορίσουμε απόλυτα τη λεκάνη τροφοδοσίας ενός καρστικού συστήματος γιατί υπάρχουν και περιπτώσεις που και χωρίς σημαντικές αποκλίσεις στην παροχή ενός ποταμού υπάρχουν εισροές και εκροές υπογείων νερών.

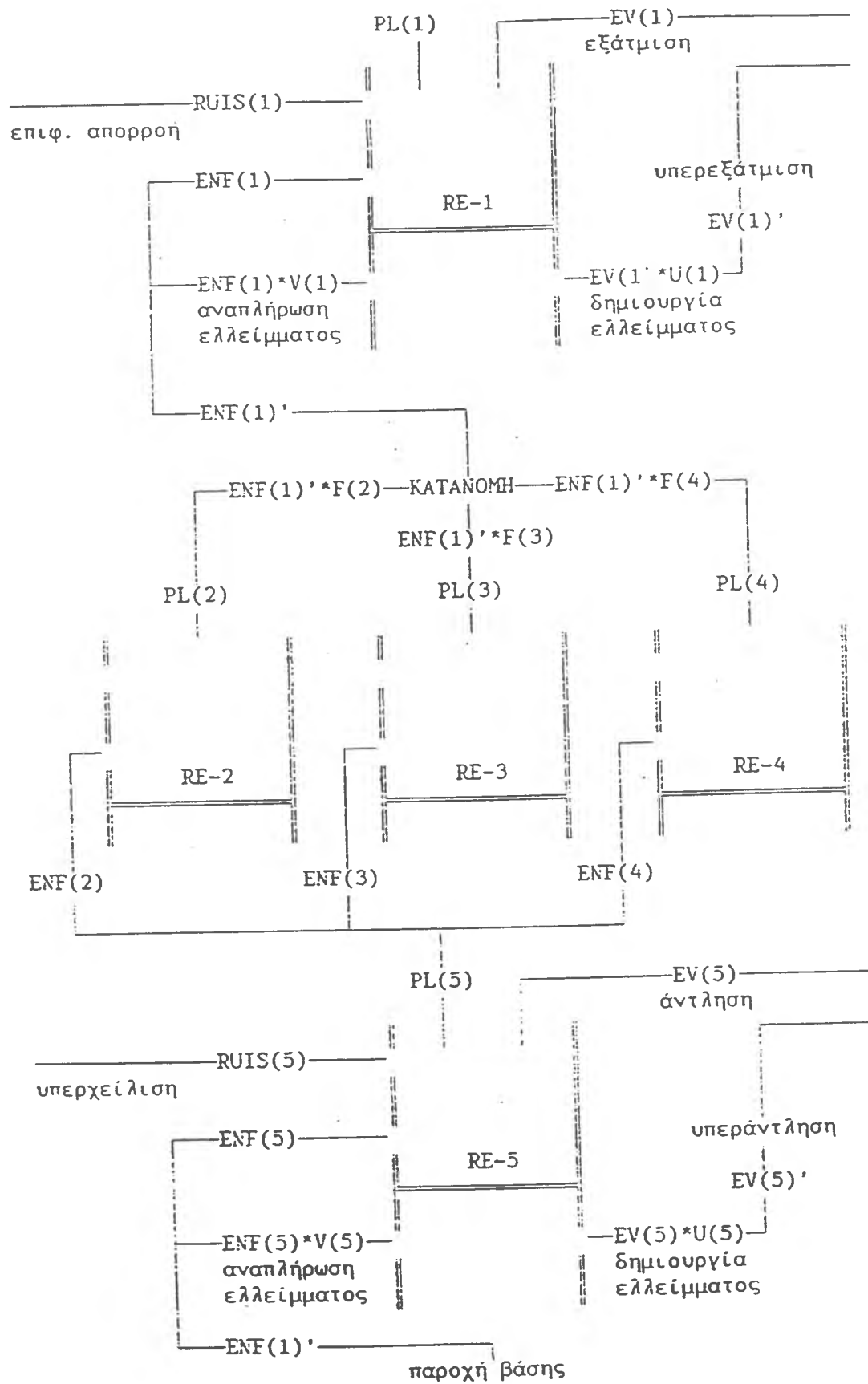
Για αυτόν το λόγο τα αποτελέσματα του ισοζυγίου σε κάθε βήμα θα πρέπει να ελέγχονται ως προς όλες τις υδραυλικές παραμέτρους και να διασταυρώνονται με άλλα υδρογεωλογικά δεδομένα και φυσικοχημικές παραμέτρους των νερών που να συνηγορούν στα συμπεράσματα αυτά.

Για τη λεπτομερή υδρολογική ανάλυση πρέπει να χρησιμοποιηθούν εξελιγμένες τεχνικές, που να προσαρμόζονται στα διαθέσιμα δεδομένα και γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε το προσδιοριστικό μοντέλο BEMERMHN (εφοδιασμένο και με υπορουτίνα για τη χιονόπτωση), και οι γενικές του αρχές δίνονται παρακάτω (ΥΒΕΤ, 1993).

Το μοντέλο BEMERMHN είναι ένα ντετερμινιστικό μοντέλο, που κατασκευάσθηκε με στόχο να προσομοιώσει τη λειτουργία μιας υδρολογικής λεκάνης, όσον αφορά το μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σε απορροή. Το μοντέλο χρησιμοποιείται για καρστικές, επιφανειακές ή και μικτές λεκάνες.

Η λειτουργία του μοντέλου βασίζεται στη μετακίνηση ποσοτήτων νερού μεταξύ πέντε δεξαμενών (σχήμα 5.3). Οι πέντε δεξαμενές αντιστοιχούν σε περιοχές από τις βροχοπτώσεις. Δηλαδή υπάρχει αντιστοιχία ανάμεσα στη δομή και λειτουργία του μοντέλου και τη δομή και λειτουργία της υδρολογικής λεκάνης.





Σχήμα 5.3

Σχηματική παράσταση μοντέλου BEMERMHN

Πηγή ΥΒΕΤ

ιδιότητα που είναι βασική για ένα ντετερμινιστικό μοντέλο. Οι πέντε δεξαμενές ή ρεζερβουάρ του μοντέλου διατάσσονται σε τρία επίπεδα ή ζώνες, από πάνω προς τα κάτω.

Στο ανώτερο επίπεδο ευρίσκεται η πρώτη δεξαμενή RE -1 , το οποίο έχει σαν στόχο να προσομοιάζει τη λειτουργία των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους, τα οποία δέχονται τη βροχή και το χιόνι, αποβάλλουν την εξατμισοδιαπνοή, και δημιουργούν την επιφανειακή και υπόγεια απορροή, που ισούται με την ενεργό βροχόπτωση. Μερικές φορές το χιόνι διατηρείται για ένα χρονικό διάστημα στην επιφάνεια του εδάφους, μέχρι να λιώσει και να μεταβληθεί σε νερό, που ακολουθεί αργότερα μια πορεία παρόμοια με αυτήν της βροχής.

Στο μεσαίο επίπεδο του μοντέλου ευρίσκονται οι τρεις δεξαμενές RE -2, RE -3 και RE -4, αντιστοιχούν στην μη κορεσμένη και στην κορεσμένη ζώνη ενός καρστικού συστήματος, όπου αποθηκεύεται η μεγαλύτερη ποσότητα από το νερό που συγκρατείται μέσα σε μια υδρολογική λεκάνη. Εάν η λεκάνη είναι επιφανειακή ή μικτή, τότε το τμήμα αυτό του μοντέλου περιέχει το σύνολο των αποθηκευμένων ποσοτήτων νερού της υδρολογικής λεκάνης (ποτάμια και υδροφόροι ορίζοντες). Οι τρεις δεξαμενές του μεσαίου επιπέδου, τροφοδοτούνται από την ενεργό βροχόπτωση που προέρχεται από τη δεξαμενή RE -1. Η ποσότητα αυτή αποθηκεύεται στις δεξαμενές RE -2, RE -3 και RE -4, ενώ συγχρόνως οι ίδιες αυτές δεξαμενές εκφορτίζονται αργά και δίνουν μια ποσότητα νερού στην τελική δεξαμενή RE -5. Η ταχύτητα εκφόρτισης των δεξαμενών RE -2, RE -3 και RE -4 είναι ρυθμιζόμενη. Ρυθμιζόμενη είναι επίσης και η κατανομή της ενεργού βροχόπτωσης στις τρεις δεξαμενές. Με κατάλληλη ρύθμιση της ταχύτητας εκφόρτισης και της κατανομής της τροφοδοσίας των τριών δεξαμενών είναι δυνατόν να επιτύχουμε, ώστε το σύνολο της εξερχόμενης προς τη δεξαμενή RE -5 παροχής να πλησιάζει την απορροή του πραγματικού υδρολογικού συστήματος.

Η πέμπτη δεξαμενή RE -5, του κατώτερου επιπέδου, συλλέγει το νερό που προέρχεται από τις τρεις δεξαμενές του μεσαίου επιπέδου και τα οδηγεί στη έξοδο, η οποία αντιστοιχεί στην ολική απορροή ενός συστήματος (καρστική πηγή, σημείο υδρομέτρησης ποταμού κλπ)

Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται ότι η δεξαμενή RE -1 χρησιμεύει κυρίως στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου. Οι δεξαμενές RE -2, RE -3 και RE -4 ασχολούνται με τη διαμόρφωση του υδρογραφήματος. Τέλος η δεξαμενή RE -5 χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση του τελικού υδρογραφήματος, όταν στην υδρολογική λεκάνη επεμβαίνουν ειδικοί παράγοντες, όπως μεγάλη κατά πλάτος

έκταση, πηγές υπερχειλίσης και βασικής ροής, εφαρμογή αντλήσεων κλπ. Ο υπολογισμός του ισοζυγίου γίνεται στη δεξαμενή RE -1. Κάθε μήνα (χρονικό βήμα για το μοντέλο BEMERMHN), προστίθεται η μέση βροχόπτωση του συστήματος, που έχει υπολογισθεί με τη χρησιμοποίηση του μοντέλου TRENDMHN και του προγράμματος BROXPLOT. Από το νέο περιεχόμενο της δεξαμενής RE -1 αφαιρείται έπειτα η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, που υπολογίζεται με την μέθοδο Thomthwaite από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του συστήματος. Ανάλογα με το ύψος του νέου περιεχομένου, είναι δυνατόν να γίνεται υπερχειλίση και μια ποσότητα νερού να φεύγει από το μοντέλο, ή απλώς να παραμένει όλη η ποσότητα μέσα και μοιράζεται έπειτα στις δεξαμενές RE -2 και RE -4. Σε περίοδο ανομβρίας, η δεξαμενή RE -1 αδειάζει εντελώς. Δημιουργείται τότε στο εσωτερικό του έλλειμμα, το οποίο συμπληρώνεται και πάλι όταν έλθει η εποχή των νέων βροχοπτώσεων. Το έλλειμμα αυτό αντιστοιχεί την έλλειψη υγρασίας του εδάφους, που παρατηρείται τους θερινούς μήνες κυρίως. Εάν οι θερμοκρασίες του χειμώνα είναι πολύ χαμηλές, είναι δυνατόν στη δεξαμενή RE -1 να αποθηκευθούν ορισμένες ποσότητες βροχόπτωσης, που υποτίθεται ότι αντιστοιχούν στο χιόνι. Οι ποσότητες απελευθερώνονται αργότερα, προοδευτικά, όταν αυξηθούν και πάλι οι θερμοκρασίες.

Υπάρχουν στο μοντέλο αρκετές παράμετροι, που ρυθμίζουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του υδρολογικού συστήματος, τη μέγιστη συγκρατούμενη ποσότητα νερού μέσα στη δεξαμενή RE -1, την ταχύτητα δημιουργίας του ελλείματος κατά το θέρος, την ταχύτητα απορρόφησης των βροχών από το έλλειμα, τη θερμοκρασία κάτω από την οποία αρχίζει η συσσώρευση χιονιού ή αντίστροφα πάνω από την οποία αρχίζει η τήξη του χιονιού κλπ. Αποτέλεσμα των παραπάνω υπολογισμών είναι να παραχθεί τελικά η ενεργός βροχόπτωση του συστήματος. Αυτή κατανέμεται στις δεξαμενές RE -2, RE -3 και RE -4 για να παραχθεί το υδρογράφημα της απορροής. Η κατανομή ρυθμίζεται με μια βασική παράμετρο του μοντέλου.

Οι δεξαμενές RE -2, RE -3 και RE -4 έχουν στην βάση τους μία έξοδο, από την οποία μέσα σε κάθε βήμα χρόνου εκρέει μια ποσότητα νερού ENF που είναι ανάλογη του περιεχομένου H και ανάλογη του συντελεστού εκφόρτισης K της δεξαμενής. Δηλαδή:

$$ENF = H \cdot K$$

Συνήθως η δεξαμενή RE -2 έχει το μεγαλύτερο συντελεστή K (και συνεπώς αδειάζει ταχύτερα), ενώ η δεξαμενή RE -4 έχει το μικρότερο συντελεστή K. Εάν οι τρεις δεξαμενές δεν τροφοδοτούνται από την ενεργό βροχόπτωση, τότε στους επόμενους

μήνες η παροχή τους λιγοστεύει προοδευτικά, σύμφωνα με μια φθίνουσα εκθετική συνάρτηση. Το άθροισμα των παροχών των τριών δεξαμενών ισοδυναμεί με την παροχή απορροής του υδρολογικού συστήματος για το δεδομένο μήνα. Σε διαδοχικά χρονικά βήματα, με τον τρόπο αυτό, σχηματίζεται το υπολογιζόμενο υδρογράφημα. Το υπολογιζόμενο υδρογράφημα συγκρίνεται με το πραγματικό (μετρημένο) υδρογράφημα και εάν χρειάζεται τροποποιούνται η παράμετρος ΕΚΤ και οι τρεις συντελεστές εκφόρτισης  $K(2)$ ,  $K(3)$  και  $K(4)$ , ώστε να υπάρξει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη προσέγγιση των δύο υδρογραφημάτων. Η εργασία αυτή ονομάζεται ρύθμιση (calibration) του μοντέλου.

Η δεξαμενή RE -5 αποθηκεύει προσωρινά (εάν χρειασθεί) την ποσότητα του νερού που εκφορτίζεται από τις τρεις προηγούμενες δεξαμενές, και αφαιρεί τις ενδεχόμενες αντλήσεις ή διαχωρίζει το υδρογράφημα σε δύο υδρογραφήματα, που αντιστοιχούν σε πηγές βάσης και υπερχειλίσης ενός καρστικού συστήματος.

Τελικά τα παραχθέντα από το μοντέλο υδρογραφήματα, τα οποία αναπαριστούν τη θεωρητική απόκριση της λεκάνης στις βροχοπτώσεις, συγκρίθηκαν με τις μετρημένες παροχές παρελθόντων ετών και προέκυψαν τα ανάλογα συμπεράσματα.

Το έδαφος δεν είναι ένα ισότροπο μέσο γι' αυτό και ακολουθείται η λογική των δεξαμενών, όχι για μας δείξει τον ακριβή τρόπο κίνησης του νερού μέσα στο έδαφος, αλλά κυρίως γιατί μπορεί να μας δώσει αποτελέσματα που τα επιβεβαιώνει η πράξη, δηλαδή οι παρατηρήσεις - μετρήσεις μας.

Για την περιοχή μελέτης μας, (Υ.Β.Ε.Τ., 1993), εξάγουμε ότι ένα ποσοστό της τάξης του 35% της βροχόπτωσης αντιστοιχεί στην επιφανειακή απορροή, ενώ το υπόλοιπο 65% είτε εξατμίζεται είτε διεισδύει σε βαθύτερα στρώματα όπου είτε αποθηκεύεται ως υπόγειο νερό (εμφάνιση υπόγειων υδροφόρων οριζόντων), είτε διαφεύγει προς άλλες υδρολογικές λεκάνες. Και πιο συγκεκριμένα έχουμε :

#### Σήραγγα Λαψίστας

Η εφαρμογή και ρύθμιση του μοντέλου έγινε με βάση το υδρογράφημα μετρημένων παροχών της Λαψίστας, για την περίοδο 1971 - 1985.

#### Πηγή Στρούνη

Η ρύθμιση έγινε για την περίοδο 1981 - 1988, με ποιότητα προσομοίωσης 61%.

#### Πηγή Κρύα

Η ρύθμιση έγινε για την περίοδο 1981 - 1988, με ποιότητα προσομοίωσης 79%.

#### Πηγή Τούμπας

Η ρύθμιση έγινε για την περίοδο 1981 - 1988, με ποιότητα προσομοίωσης 79%.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### 6.1 Γενικό υδρολογικό ισοζύγιο λεκάνης λίμνης Ιωαννίνων

Η λεκάνη απορροής της λίμνης καταλαμβάνει μία έκταση περίπου 355 km<sup>2</sup>, με υψηλότερο σημείο αυτό των 1.810 m, της κορυφής του Μιτσικελίου.

Το υδρολογικό ισοζύγιο της λίμνης είναι συνάρτηση :

- Των εισροών : πηγές, βροχοπτώσεις, επιφανειακή απορροή της λεκάνης.
- Των εκροών : υπερχειλίση, εξάτμιση, άρδευση.

Η λίμνη κατά τη χειμερινή περίοδο καλύπτει τις απώλειες νερού που παρατηρούνται κατά τη θερινή περίοδο λόγω των αρδεύσεων, ενώ το πλεονάζον νερό υπερχειλίζει και μέσω της τάφρου της Λαψίστας οδηγείται στον Καλαμά.

Ως βασική εισροή προς τη λίμνη θεωρούνται οι καρστικές πηγές που βρίσκονται στους πρόποδες του Μιτσικελίου. Επίσης, εισροή υδάτων έχουμε και από τις αποστραγγιστικές τάφρους του Κουτσελιού, της Λαγκάτσας και της Κοσμηράς, ενώ παράλληλα λειτουργούν και οι καταβόθρες του λεκανοπεδίου, με κυριότερες αυτές του Ροδοτοπίου, της Μπάφρας και του Κουτσελιού. Το ύψος των υδάτων δεν είναι σταθερό. Η διακύμανση της στάθμης βρίσκεται μεταξύ των + 470,7 m (μεγαλύτερο) και των + 468,8 m (μικρότερο). Αποτέλεσμα της διακύμανσης της στάθμης των νερών είναι να παρατηρούνται μειώσεις στο βάθος και τον όγκο του νερού, καθώς και στην επιφάνεια της λίμνης. Η παρακάτω εξίσωση εκφράζει το υδατικό ισοζύγιο (ΔΕΛΙ, 1995) :

$$P + Qa + Kr = E + \Delta + A + Gr$$

όπου :        P = βροχόπτωση

Qa = επιφανειακή απορροή προς τη Λίμνη

Kr = συμβολή υπογείων οριζόντων προς τη Λίμνη

E = εξάτμιση Λίμνης

\Delta = υπερχειλίση προς την τάφρο Λαψίστας

A = απόληψη για άρδευση

Gr = υπόγειες διαφυγές από τη Λίμνη

Το γενικό υδρολογικό ισοζύγιο όπως διαμορφώνεται σε ετήσια βάση

P : Βροχόπτωση

Ο όγκος της βροχόπτωσης στη λίμνη υπολογίζεται από τη μέση ετήσια βροχόπτωση της λίμνης. Επομένως ο συνολικός όγκος είναι :

$$1613,7 \cdot 10^{-3} \cdot 22 \cdot 10^6 = 35,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Qa : Επιφανειακή απορροή προς τη λίμνη

Στη λίμνη απορρέουν τα νερά από μια λεκάνη εκτάσεως  $355 \text{ km}^2$ . Ο συντελεστής απορροής εκτιμήθηκε με βάση τη ρύθμιση του μοντέλου BEMERMHN σε 0,17.

Οπότε ο αντίστοιχος όγκος απορροής είναι :

$$0,17 \cdot 1613,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6 = 97,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

kr : συμβολή υπόγειων οριζόντων προς τη λίμνη

Για τον προσδιορισμό της συμβολής των υπογείων οριζόντων στη λίμνη, αρκεί να δούμε τις σημαντικότερες πηγές που την τροφοδοτούν. Αυτές κατά τη θερινή (5μηνη) περίοδο μας δίνουν ποσότητα νερού ίση με  $9 \cdot 10$  (Ξανθόπουλος, 1984). Κάνοντας δε και τη θεώρηση ότι αυτή η ποσότητα είναι αυξημένη κατά τους υπόλοιπους επτά χειμερινούς μήνες (διπλασιάζεται σχεδόν η παροχή), τότε η συνολική συμβολή των υπογείων οριζόντων είναι :  $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

E : Εξάτμιση λίμνης

Μετρήσεις για την εξάτμιση της λίμνης δεν υπάρχουν. Για την εκτίμησή της έγινε χρήση της μεθόδου Penman (Ξανθόπουλος, 1984), και υπολογίστηκε ότι είναι :  $26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Δ : Υπερχειλίση προς την τάφρο Λαψίστας

Ο μέσος υπερετήσιος όγκος απορροής της τάφρου είναι  $146,7 \cdot 10^6$ , η οποία όμως περιλαμβάνει πλήν των νερών της λίμνης και νερά από την ευρύτερη λεκάνη.

Επομένως ο συνολικός όγκος υπερχειλίσης είναι :

$$0,75 \cdot 146,7 \cdot 10^6 = 110 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

A : Απόληψη για άρδευση

Η απόληψη για άρδευση που γίνεται απ' ευθείας από τη λίμνη, υπολογίζεται σε  $8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . (από παράγραφο 6.3 όπου προσθέτουμε και μια ποσότητα λόγω απωλειών 30%),

Gr : Υπόγειες διαφυγές από τη λίμνη

Η λίμνη δεν φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα στεγανότητας. Παρόλα αυτά οι υπόγειες διαφυγές εκτιμώνται σε  $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Επομένως οι συνολικές μου εισροές είναι :

$$P + Qa + Kr = (35,5 + 97,4 + 25) \text{ hm}^3 = 157,9 \text{ hm}^3$$

και οι εκροές :

$$E + \Delta + A + Gr = (8 + 12 + 110 + 26) \text{ hm}^3 = 156 \text{ hm}^3$$

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς οι μέσες ετήσιες εισροές στη λίμνη είναι  $156 \text{ hm}^3$ . Για να υπολογιστεί ο χρόνος ανανέωσης της λίμνης, αφαιρούμε από αυτή την ποσότητα την εξάτμιση. Αυτό γίνεται γιατί κατά την εξάτμιση διαφεύγει μόνο καθαρό νερό, χωρίς να συμπαρασύρει ποσότητες αλάτων, ρύπων κτλ.

$$\text{Τελικά έχουμε : } K = (156 - 26) \text{ hm}^3 = 130 \text{ hm}^3$$

Θεωρώντας ότι ο μέσος όγκος της λίμνης είναι  $95 \text{ hm}^3$ , προκύπτει ότι ο μέσος χρόνος ανανέωσης της λίμνης είναι :

$$T = (95 / 130) = 0,73 \text{ έτη} = 8,8 \text{ μήνες}$$

6.2 Ανάλυση δείγματος βροχοπτώσεων

Στο δείγμα των βροχοπτώσεών μας, (44 έτη, με μέση τιμή 1613,7 και τυπική απόκλιση 336,07) κάναμε τον έλεγχο του τέστ  $\chi^2$  για να διαπιστώσουμε εάν ακολουθεί κανονική κατανομή το δείγμα μας (Gauss), (Κουτσογιάννης, 1995), όπως φαίνεται παρακάτω.



αα	Όρια υπέρβασης	Όρια μεταβλητής	$h_i$	$n_i$	$ n_i \cdot h_i $	$\frac{ n_i \cdot h_i ^2}{l_i}$
1	$0,000 < F_1 \leq 0,125$	$h \geq 2000,215$	5,5	8	2,5	1,14
2	$0,125 < F_1 \leq 0,250$	$2000,215 > h \geq 1840,570$	5,5	5	0,5	0,04
3	$0,250 < F_1 \leq 0,375$	$1840,570 > h \geq 1720,915$	5,5	1	4,5	3,68
4	$0,375 < F_1 \leq 0,500$	$1720,915 > h \geq 1613,700$	5,5	5	0,5	0,04
5	$0,500 < F_1 \leq 0,625$	$1613,700 > h \geq 1506,480$	5,5	6	0,5	0,04
6	$0,625 < F_1 \leq 0,750$	$1506,480 > h \geq 1386,830$	5,5	8	2,5	1,14
7	$0,750 < F_1 \leq 0,875$	$1386,830 > h \geq 1227,185$	5,5	4	1,5	0,41
8	$0,875 < F_1 \leq 1$	$1227,185 > h$	5,5	7	1,5	0,41

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^k \frac{In_i \cdot l_i \cdot I^2}{l_i} = 6,9$$

$$F(\chi^2) = 0.948 \text{ επομένως } F_1(\chi^2) = 0.052 > 0.05$$

$$v = 2$$

Άρα η υπόθεση ότι το δείγμα ακολουθεί κανονική κατανομή δεν απορρίπτεται.

Έτσι από στατιστικής πλευράς για το έτος 1994, την χρονιά εφαρμογής του μοντέλου μας, έχουμε :

$$h = m + \sigma \cdot w \Rightarrow 1456,9 = 1613,7 + 336,07 \cdot w \Rightarrow w = -0,4665 \Rightarrow F = 0,32$$

32% δηλαδή είναι η πιθανότητα υπέρβασης και η περίοδος επαναφοράς της ελάχιστης τιμής περίπου 3 χρόνια.

Μπορούμε να τη χαρακτηρίσουμε επομένως ως μια μέση χρονιά (διάγραμμα 6.1) (αυστηρά η μέση χρονιά έχει περίοδο επαναφοράς 2 χρόνια).

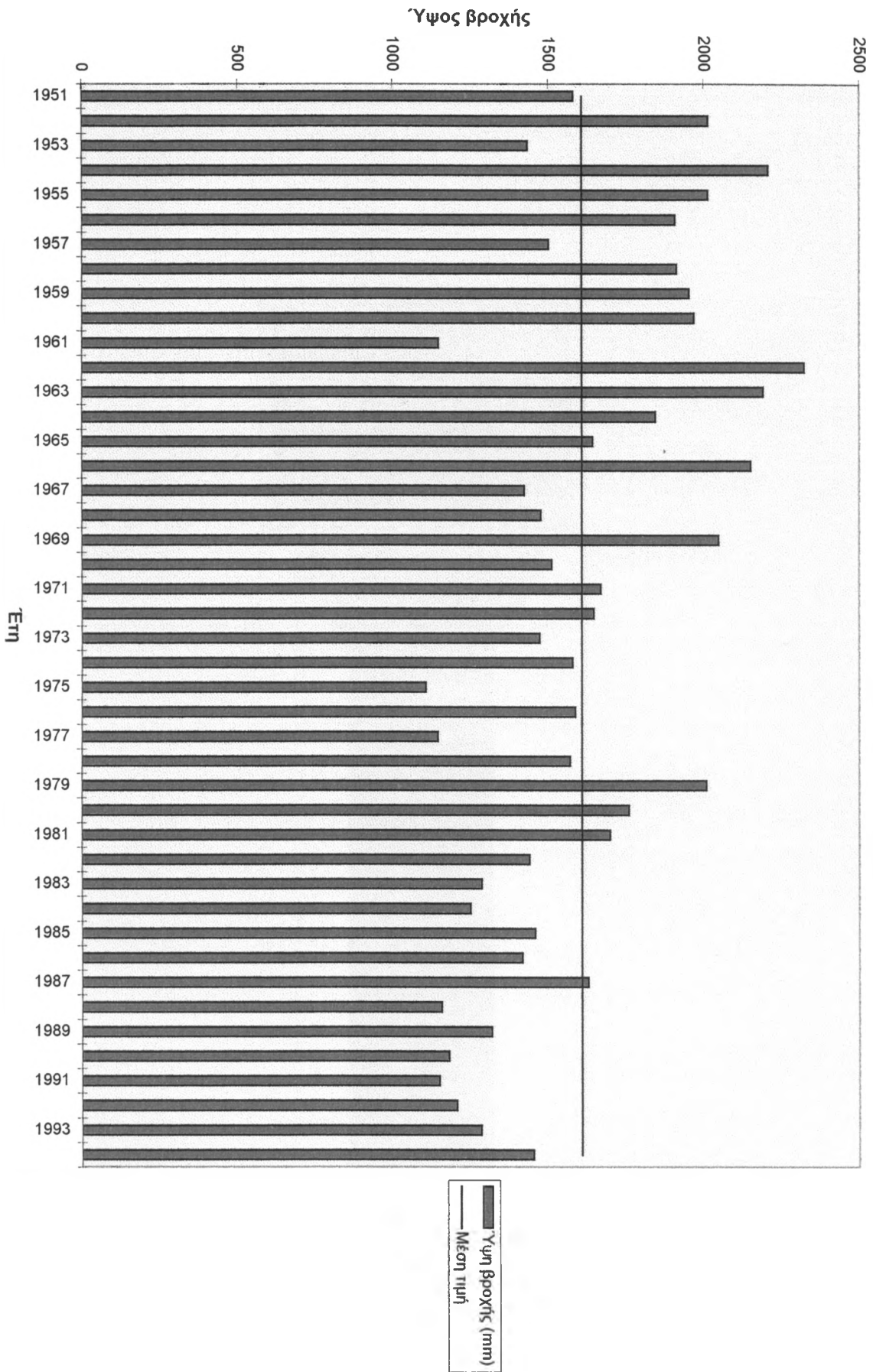
Για τις άλλες χρονιές της περιόδου εφαρμογής έχω :

$$1990 \quad h = m + \sigma \cdot w \Rightarrow 1182,3 = 1613,7 + 336,07 \cdot w \Rightarrow w = -1,2837 \Rightarrow F = 0,10 \quad T = 10$$

$$1991 \quad h = m + \sigma \cdot w \Rightarrow 1161,9 = 1613,7 + 336,07 \cdot w \Rightarrow w = -1,3444 \Rightarrow F = 0,09 \quad T = 11$$

$$1992 \quad h = m + \sigma \cdot w \Rightarrow 1206,8 = 1613,7 + 336,07 \cdot w \Rightarrow w = -1,2108 \Rightarrow F = 0,11 \quad T = 9$$

$$1993 \quad h = m + \sigma \cdot w \Rightarrow 1286,6 = 1613,7 + 336,07 \cdot w \Rightarrow w = -0,9714 \Rightarrow F = 0,16 \quad T = 6$$



Διάγραμμα 6.1 : Ετήσια Βροχόπτωση

### 6.3 Ανάγκες σε Νερό

Η χρονιά μελέτης μας είναι το 1994, και γι αυτό μας ζητούνται οι ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης.

#### 6.3.1 Ανάγκες Ύδρευσης

Οι υδρευτικές καταναλώσεις, για την χρονιά 1994, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και προέκυψαν από τις μετρήσεις των αντλιοστασίων :

	Καταναλώσεις πόλης (m <sup>3</sup> /sec)	Καταναλώσεις κοινοτήτων (m <sup>3</sup> /sec)	Συνολική Κατανάλωση (m <sup>3</sup> /sec)	Συνολική Κατανάλωση (m <sup>3</sup> )
Ιανουάριος	0,280	0,090	0,370	991008
Φεβρουάριος	0,250	0,100	0,350	846720
Μάρτιος	0,270	0,120	0,390	1044576
Απρίλιος	0,270	0,110	0,380	1017792
Μάιος	0,280	0,130	0,410	1098144
Ιούνιος	0,300	0,120	0,420	1088640
Ιούλιος	0,290	0,140	0,430	1151712
Αύγουστος	0,310	0,130	0,440	1178496
Σεπτέμβριος	0,305	0,125	0,430	1114560
Οκτώβριος	0,275	0,125	0,400	1071360
Νοέμβριος	0,260	0,120	0,380	984960
Δεκέμβριος	0,270	0,130	0,400	1071360
Μέση Τιμή	0,280	0,120	0,200	1054944
				12659328

Πίνακας 6.1 : Ανάγκες Ύδρευσης 1994

#### 6.3.2 Ανάγκες Άρδευσης

Οι αρδευθείσες εκτάσεις για την περίοδο μελέτης μας όπως προκύπτουν από τα στοιχεία της Διεύθυνσης Γεωργίας της Νομαρχίας Ιωαννίνων, είναι οι εξής :

	ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ( ΚΡΥΑ - ΛΑΨΙΣΤΑ )	ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ ( ΠΟΡΟΣ - ΑΝΑΤΟΛΗ )
1986	22000	9000
1987	22953	13030
1988	24130	13600
1989	16900	8140
1990	17200	8550
1991	18000	8400
1992	13420	6660
1993	13130	6780
1994	17220	10030

**Πίνακας 6.2 :** Αρδευθήσες εκτάσεις (σε στρέμματα)

Το βόρειο τμήμα έχει ως πηγή τροφοδοσίας την τάφρο της Λαψίστας, δηλαδή τροφοδοτείται από νερά της λίμνης κατόντη του θυροφράγματος, και από τις υπερχειλίσεις των πηγών Σαντινίκου, Κρύας και Τούμπας.

Το νότιο τμήμα έχει ως πηγή τροφοδοσίας την λίμνη, από όπου αντλούνται απευθείας οι απαραίτητες ποσότητες νερού για την κάλυψη των αναγκών.

Για την χρονιά 1994 αναλυτικότερα η σύνθεση των καλλιεργειών είναι η εξής :

	ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ( ΚΡΥΑ - ΛΑΨΙΣΤΑ )	ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ ( ΠΟΡΟΣ – ΑΝΑΤΟΛΗ )
Μηδική	5.200	1.300
Καλαμπόκι	9.020	7.470
Καπνός	400	190
Μποστανία	250	380
Λοιπές	2.350	690
Σύνολο	17.220	10.030

**Πίνακας 6.3 :** Σύνθεση καλλιεργειών 1994 (σε στρέμματα)

Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή των φυτών, η ανάγκη δηλαδή των αρδευομένων εκτάσεων σε νερό, υπολογίστηκε με την εμπειρική μέθοδο Blaney - Griddle, όπως

απαιτεί το πρόγραμμα, ( $E_p = K * (\frac{32+18*T}{3,94}) * P$ ), (Ξανθόπουλος, 1990), με βάση την αρδευτική περίοδο των φυτών. Τα δεδομένα για το ποσοστό της ηλιοφάνειας και τον συντελεστή Κ δόθηκαν από το Υ.Β.Ε.Τ. και παρατίθενται στους επόμενους πίνακες.

Είδος καλλιέργειας	αρδευτική περίοδος	συντελεστής Κ
Μηδική	1/5 - 30/9	0,85
Καπνός	1/5 - 15/8	0,70
Κηπευτικά	1/4 - 31/8	0,70
Καλαμπόκι	1/5 - 31/8	0,75
Διάφορα	1/5 - 30/9	0,70

Πίνακας 6.4 : Συντελεστές για την εφαρμογή της μεθόδου Blaney - Griddle.

	Ποσοστό ωρών ημέρας %	Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες
Ιανουάριος	6,81	5,0
Φεβρουάριος	6,78	6,1
Μάρτιος	8,33	8,7
Απρίλιος	8,91	12,2
Μάιος	10,01	17,3
Ιούνιος	10,01	21,5
Ιούλιος	10,16	24,5
Αύγουστος	9,51	24,0
Σεπτέμβριος	8,39	19,7
Οκτώβριος	7,79	14,5
Νοέμβριος	6,78	9,8
Δεκέμβριος	6,59	6,2

Πίνακας 6.5 : Τιμές συντελεστών για την εφαρμογή της μεθόδου Blaney - Griddle

Με την εφαρμογή των παραπάνω, οι ανάγκες των φυτών σε νερό (mm/ημέρα και σε m<sup>3</sup>) είναι :

	Πόρος - Ανατολή (N)		Λαψίστα (B)	
	mm/ημ	m <sup>3</sup>	mm/ημ	m <sup>3</sup>
Ιανουάριος	0,0	-	0,0	-
Φεβρουάριος	0,0	-	0,0	-
Μάρτιος	0,0	-	0,0	-
Απρίλιος	0,1	30090	0,1	51660
Μάιος	3,9	1212627	4,0	2135280
Ιούνιος	4,5	1354050	4,6	2376360
Ιούλιος	4,8	1492464	4,9	2615718
Αύγουστος	4,4	1368092	4,5	2402190
Σεπτέμβριος	0,8	240720	1,7	878220
Οκτώβριος	0,0	-	0,0	-
Νοέμβριος	0,0	-	0,0	-
Δεκέμβριος	0,0	-	0,0	-
Σύνολο		5698043		10459428

Πίνακας 6.6 : Ανάγκες των φυτών σε mm/ημέρα και σε m<sup>3</sup>.

#### 6.4 Σχηματοποίηση της λεκάνης των Ιωαννίνων

Η περιοχή μελέτης μας, είναι μέρος του συνολικού κομβικού διαγράμματος που αναπαριστά ολόκληρη την Ήπειρο, (Υ.Β.Ε.Τ. 1993). Το λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων, είναι αυτό του σχήματος 6.1, και αναπαρίσταται με τους εξής κόμβους :

*IF.IOAN* Κόμβος εισόδου που συμβολίζει τη συνολική εκφόρτιση της λεκάνης εκτός των υδροληψιών από τις πηγές της Τούμπας και της Κρύας. Το ΒΕΜΕΡΜΗΝ με βάση τη χρονοσειρά των πηγών και των υπερχειλήσεων και τις αντλήσεις των πηγών μας δίνει τη συνολική εκφόρτιση της λεκάνης.

*BF.IOAN* Κόμβος διακλάδωσης όπου ένα μέρος των νερών φεύγει και καταλήγει κατευθείαν μέσω της τάφρου της Λαψίστας στον ποταμό Καλαμά (48%), και το υπόλοιπο (52%) καταλήγει στη λίμνη. (Τα ποσοστά αυτά προέκυψαν από τη ρύθμιση του μοντέλου.)

*RE.IOAN* Η λίμνη των Ιωαννίνων

*DV.ANAT* Κόμβος εκτροπής προς τα αρδευτικά Πόρου και Ανατολής

*EN.ANAT* Κόμβος τέρματος της Ανατολής

*IR.ANAT* Αρδευτικό Πόρου - Ανατολής

*EN.PWIO* Κόμβος τέρματος των Ιωαννίνων

*PV.IOAN* Ύδρευση της πόλεως των Ιωαννίνων και των γύρω κοινοτήτων

*SP. TUMP* Πηγές Τούμπας και Κρύας

*DV.PWIO* Κόμβος εκτροπής των νερών των πηγών Τούμπας και Κρύας, αφού ένα μέρος του υπερχειλίζει και καταλήγει στην τάφρο της Λαψίστας

*CO.TUMP* Κόμβος συμβολής των υδάτων που υπερχειλίζουν από τις πηγές Τούμπας και Κρύας, και καταλήγουν στην τάφρο της Λαψίστας

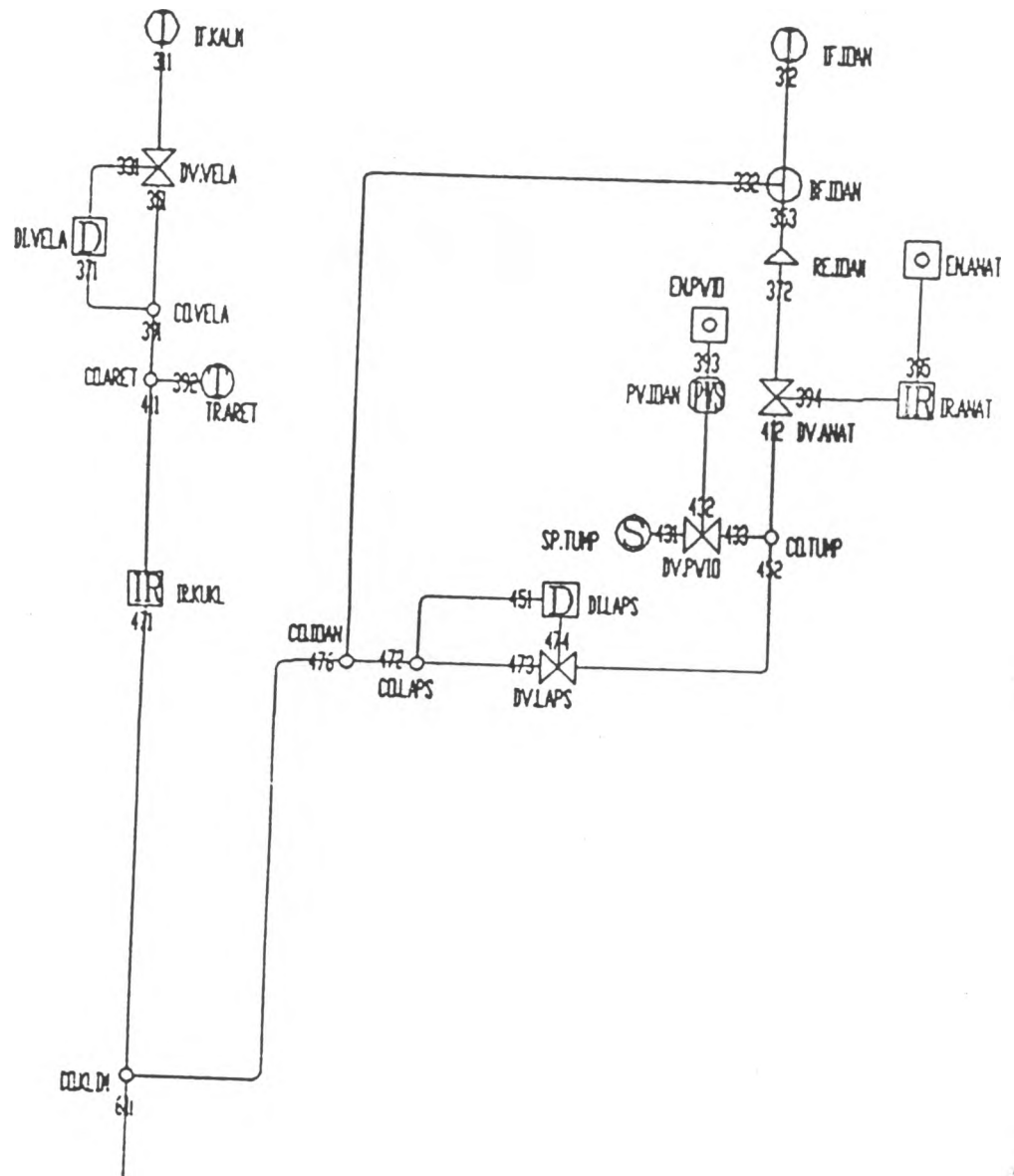
*DI.LAPS* Αρδευτικό Λαψίστας - Ροδοτοπίου

*DV.LAPS* Κόμβος εκτροπής προς τα αρδευτικά Λαψίστας - Ροδοτοπίου

*CO.LAPS* Κόμβος συμβολής των υδάτων από τα αρδευτικά Λαψίστας - Ροδοτοπίου

*CO.IOAN* Κόμβος συμβολής των υδάτων της συνολικής εκφόρτισης της λεκάνης των Ιωαννίνων που καταλήγουν στην τάφρο της Λαψίστας

*CO.KLIM* Κόμβος συμβολής των υδάτων των νερών του λεκανοπεδίου που καταλήγουν στον ποταμό Καλαμά, μέσω της τάφρου της Λαψίστας



Σχήμα 6.1 : Σχηματοποίηση σημερινής κατάστασης  
λεκανοπεδίου ιωαννίνων



Οι κυριότεροι κλάδοι ( κλάδοι ενδιαφέροντος ) του δικτύου μας είναι (βλ. σχ. 6.1) :

α/α	Κλάδοι
372	νερά από λίμνη (περιλαμβάνει τα νερά της Ανατολής)
393	νερά προς ύδρευση
394	νερά προς Ανατολή
474	νερά προς Λαψίστα
476	νερά εξόδου Λαψίστας

**Πίνακας 6.7 :** Κυριότεροι κλάδοι δικτύου

Στην εφαρμογή που τρέξαμε για το μοντέλο μας είχαμε ως γνωστά μεγέθη τις εισροές στο δίκτυό μας, δηλαδή τα νερά των βροχοπτώσεων, καθώς και τις εκροές για ύδρευση και άρδευση. Το μοντέλο έτρεξε σε μηνιαία βάση, ενώ ανδεικτικά αναφέρονται σε ετήσια βάση οι παροχές των κλάδων και οι ζητήσεις των κόμβων.

	Είδος	Παροχή (hm <sup>3</sup> )
432	Κλάδος παροχής υδρευτικών αναγκών	12
394	Κλάδος παροχής αρδευτικών αναγκών (Ανατολής Πόρου)	8
474	Κλάδος παροχής αρδευτικών αναγκών (Λαψίστας)	14
IF.ΙΟΑΝ	Συνολική εκφόρτιση της λεκάνης	211,4
353	Όγκος νερού που καταλήγει στη λίμνη	109,9
332	Όγκος νερού που καταλήγει κατευθείαν στη Λαψίστα	101,5

**Πίνακας 6.7.α :** Κλάδοι κόμβοι και παροχές του δικτύου

Λόγω περιορισμού του προγράμματος, για την περίοδο 1990 - 1994, θεωρούμε σταθερές τις αρδευτικές ανάγκες και ίσες με αυτές του 1994.

Επίσης έχουμε θέσει ως περιοριστικό παράγοντα την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της περιοχής, και μάλιστα έχουμε δώσει προτεραιότητα στην κάλυψη της πόλης των Ιωαννίνων.

Το μοντέλο μας θα τρέξει με βάση τα βροχομετρικά δεδομένα των ετών 1951 ως και 1994.

### 6.5 Αποτελέσματα

Με βάση τα παραπάνω, το μοντέλο μας, μας έδωσε ότι :

- Το δίκτυο αυτό λειτουργεί, καλύπτονται δηλαδή οι ανάγκες της περιοχής, με τις παραμέτρους και τις ρυθμίσεις που κάναμε, και γενικά η "αποτυχία" του δικτύου, καθώς και τα ελλείματα που παρατηρούνται στην ύδρευση είναι ελάχιστα και εντός ανεκτών επιπέδων και παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

	Ελλείματα ύδρευσης ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Ελλείματα Ανατολής ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Ελλείματα Λαφίστας ( $10^6 \text{ m}^3$ )
7/90	-	-	0,49
8/90	-	-	0,62
9/90	-	-	0,66
8/92	-	-	0,46
9/92	0,08	0,05	-
9/93	-	0,02	-

**Πίνακας 6.8 :** Ελλείματα ύδρευσης άρδευσης

- Οι στάθμες της λίμνης που μας δίνει το πρόγραμμα, είναι πολύ κοντά στις μετρούμενες, όπως δείχνει το σχήμα 6.3, και αυτό αποτελεί ακόμη μία ένδειξη για την σωστή προσομοίωση της κατάστασης.

Εξάγεται επομένως το γενικό συμπέρασμα ότι το μοντέλο μας ρυθμίστηκε σωστά και έτσι μπορούμε να πούμε ότι για την περιοχή μελέτης μας, ένα ποσοστό της τάξης του 35% της βροχόπτωσης αντιστοιχεί στην επιφανειακή αποροή, ενώ το υπόλοιπο 65% διεισδύει σε βαθύτερα στρώματα και είτε αποθηκεύεται ως υπόγειο νερό στα όρια της ίδιας υδρολογικής λεκάνης, είτε διαφεύγει προς άλλες.

Ως κριτήριο για τη σωστή ρύθμιση και λειτουργία του προγράμματος για την περιοχή μελέτης μας, έχουμε τις στάθμες της λίμνης. Αυτές που προκύπτουν υπολογιστικά από το μοντέλο, και συγκρινόμενες με τις μετρούμενες που έχουμε, μας δείχνουν ότι με το μοντέλο μας πετύχαμε μία πολύ καλή προσέγγιση (διάγραμμα 6.2), ενώ οι διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ της υπολογισμένης και της μετρημένης στάθμης ήταν αναμενόμενες, αλλά και ανεκτές, και οφείλονται :

- στη θεώρηση που κάναμε ότι οι χρήσεις γής για την περίοδο 1990 - 1994 ήταν σταθερές και ίσες με αυτές του 1994, αλλά και

- στον υπολογισμό διαφόρων παραμέτρων .

Παρατηρούμε ότι η στάθμη της λίμνης δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή, και η ετήσια διακύμανση της στάθμης είναι αρκετά μεγάλη, της τάξεως του ενός μέτρου, προκαλώντας προβλήματα που έχουμε προαναφέρει.

Επιδίωξή μας, είναι να διατηρούμε τη διακύμανση της στάθμης της λίμνης σε χαμηλότερα επίπεδα. Το υψόμετρο των 470,20 m, είναι η ανώτατη στάθμη της λίμνης. Θέλοντας επομένως να έχουμε μια μικρότερη διακύμανση της στάθμης, (για τους περιβαλλοντικούς λόγους αλλά και τις ανάγκες των χρήσεών της που έχουν αναφερθεί στα κεφάλαια 3 και 4), υποθέτουμε ανεκτή διακύμανση της τάξεως των 80 cm. Εξετάζουμε επομένως την περίπτωση που η στάθμη λίμνης να μην φτάνει κάτω από το υψόμετρο 469,40 m. Για να γίνει αυτό χρειάζεται να εμπλουτίσουμε τη λίμνη με καθαρότερο νερό, μεταφέροντας κατάλληλη ποσότητα νερού στη λίμνη (με χωροχρονική ρύθμιση).

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου αυτού όγκου γίνεται με βάση τόσο τις μετρούμενες όσο και τις υπολογισμένες στάθμες της λίμνης. Έχουμε επομένως (διάγραμμα 6.2) τις διαφορές στάθμης, μεταξύ της ελάχιστης επιθυμητής, που έχουμε θέσει ως όριο, και των σταθμών που μετρήθηκαν ή προέκυψαν από την εφαρμογή του μοντέλου. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας του όγκου νερού κάθε μήνα, απαιτείται η μετατροπή της στάθμης σε όγκο, και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε την καμπύλη όγκου - στάθμης της λίμνης που δόθηκε από το Υ.Β.Ε.Τ., και καταστρώθηκε ένα πρόγραμμα σε Η/Υ (Excel) που αντιστοιχεί τις στάθμες σε όγκο και το αντίστροφο.

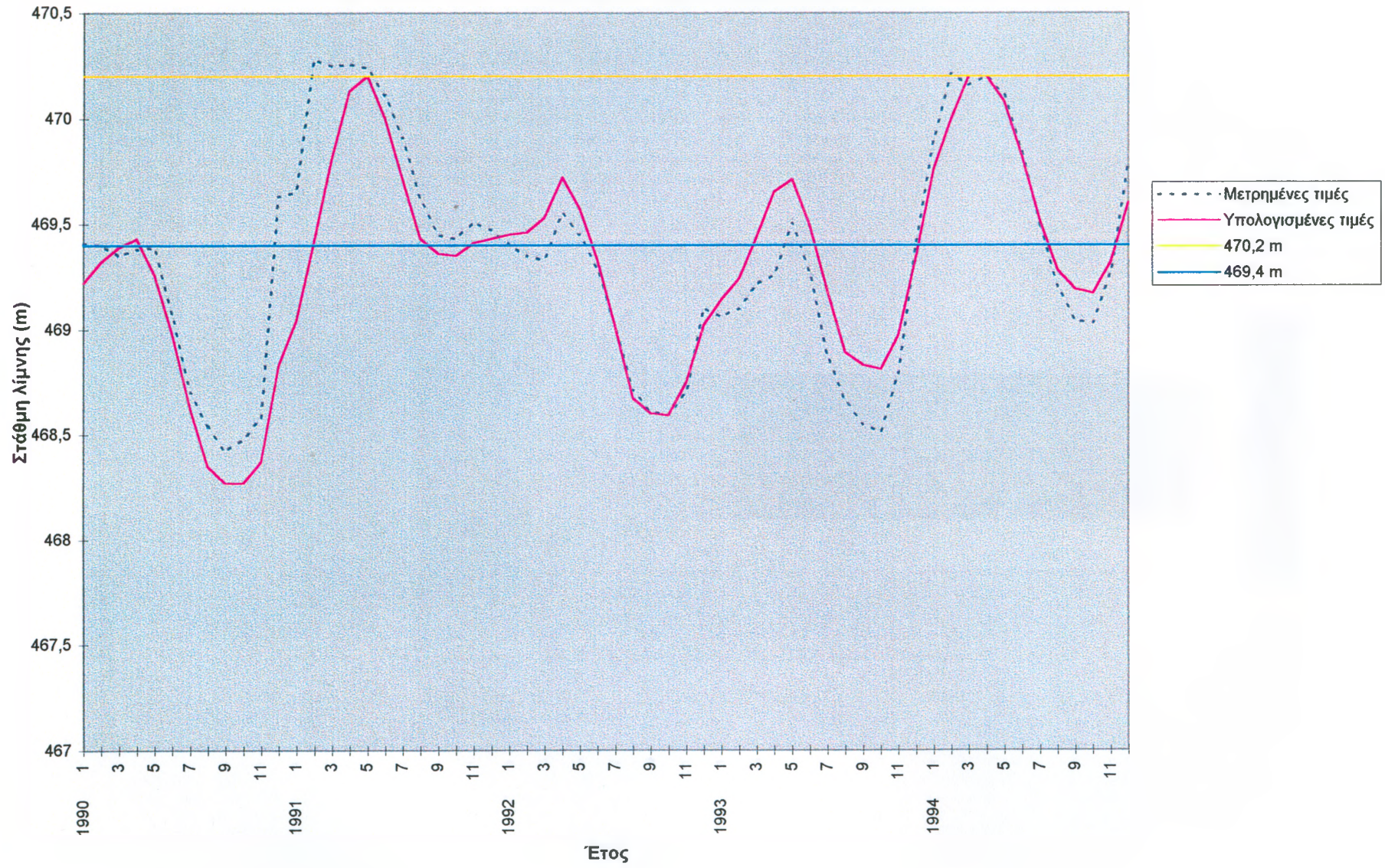
Οι όγκοι αυτοί για την πενταετία 1990 - 1994, ανά έτος δίνονται στο διάγραμμα 6.3.

Εδώ βέβαια θα πρέπει να τονίσουμε ότι η συγκεκριμένη πενταετία περιλαμβάνει τρεις χρονιές με ιδιαίτερα χαμηλές βροχοπτώσεις (1990, 1991, 1992), και για πιο αντιπροσωπευτική χρονιά, για την εκτίμηση των υδατικών αναγκών της λίμνης (διακύμανση της στάθμης), είναι το 1994, ως μια πιο μέση χρονιά.

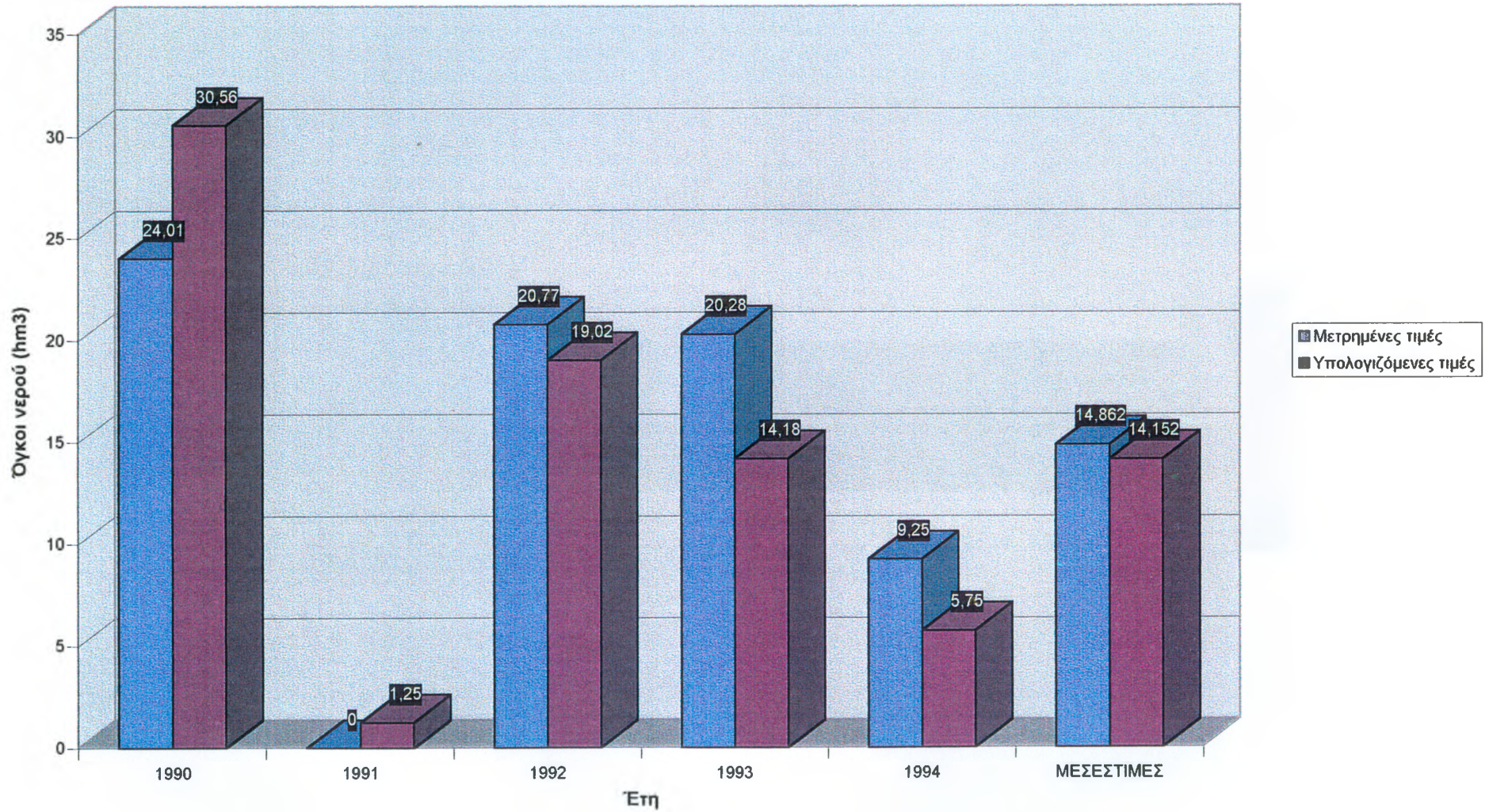
Επομένως προκύπτει ότι ο μέσος ετήσιος απαιτούμενος όγκος, για την κάλυψη όλων των υδατικών αναγκών της περιοχής, αλλά και την εξυπηρέτηση των άλλων διαφόρων χρήσεών της, χωρίς η στάθμη να φτάνει κάτω από + 469,40 m, είναι της τάξεως των 15 hm<sup>3</sup> ετησίως.

Ο τρόπος βέβαια της εισροής των υδάτων στη λίμνη είναι πολύ σημαντικός και αυτό γιατί δεν πρέπει να εξασφαλίσουμε μόνο τον απαιτούμενο όγκο ως ποσότητα, αλλά και να τον έχουμε διαθέσιμο όποτε είναι αναγκαίος. Το κύριο μέρος

Διάγραμμα 6.2 : Διακύμανση και επιθυμητά όρια στάθμης λίμνης



Διάγραμμα 6.3 : Ελλείμματα λίμνης περιόδου 1990 - 1994



αυτού του όγκου απαιτείται κατά την αρδευτική περίοδο (1/4 - 30/9) κάθε έτους, όταν γίνονται οι αντλήσεις από το υδατικό όγκο της λίμνης για το νότιο κυρίως τμήμα της. Πρέπει να κατασκευασθεί δηλαδή ένα έργο χρονικής ρύθμισης, για την εισροή νερού στη λίμνη.

Η εισρέουσα ποσότητα νερού ανά μήνα θα πρέπει να είναι ίση με το έλλειμμα που παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο μήνα και θα κυμαίνεται αναλόγως των αναγκών.

### 6.7 Μελλοντική κατάσταση

Στο υπάρχον δίκτυο προσθέσαμε μια επιπλέον εισροή, η οποία λειτουργεί ως πηγή - υδροληψία και έχει ικανή παροχή για να καλύπτει τις όποιες ανάγκες μας. Αυτή είναι η IF.A και το δίκτυό μας αυτό του σχήματος 6.6. Για την πληρότητα του δικτύου προστέθηκαν οι εξής κόμβοι :

ο κόμβος τέλους EN.A

ο κόμβος εκτροπής DV.A

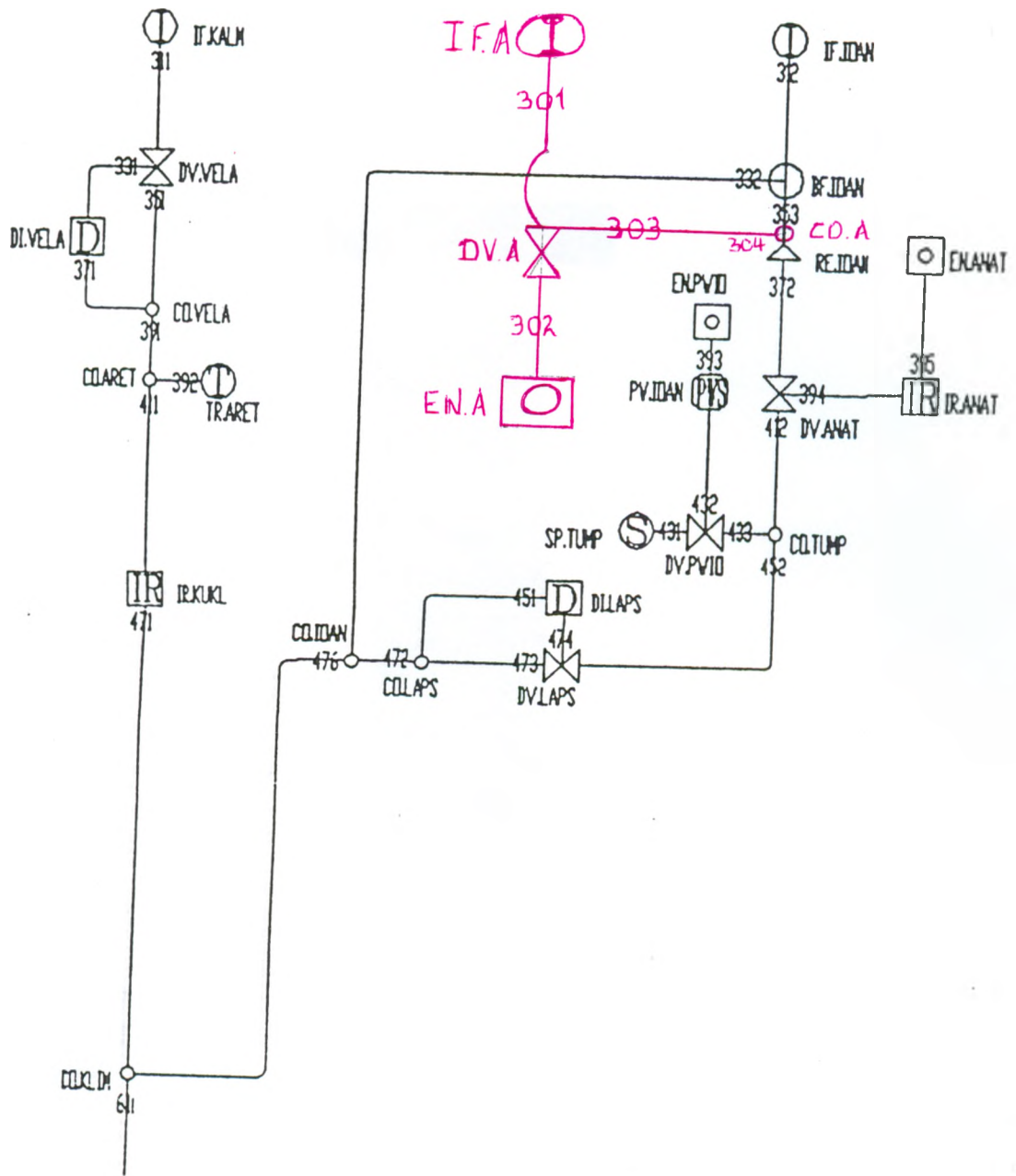
ο κόμβος διακλάδωσης CO.A

Τρέξαμε έτσι το μοντέλο μας για τις ίδιες υδρολογικές συνθήκες με τις ανάγκες όμως μελλοντικών σεναρίων ανάπτυξης, θέτοντας παράλληλα ως περιοριστικό όρο τη διατήρηση της στάθμης της λίμνης πάνω από το υψόμετρο των 469,40 m. Για την επίτευξη αυτού του στόχου οι αναγκές ποσότητες νερού, μπορούν να καλυφθούν από την νέα πηγή που προσθέσαμε. Προσομοιάσαμε δηλαδή τη δυνατότητα προσαγωγής νερού στη λίμνη από κάποια άλλη υδρολογική λεκάνη, με μια νέα εισροή στο σύστημά μας.

Έτσι στην παρούσα εργασία εξετάζονται δύο μελλοντικά σενάρια.

Το πρώτο αφορά το 2000 (A2000 YBET), και είναι το σενάριο βραχυχρόνιας ανάπτυξης της περιοχής. Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις φτάνουν στη μεν Λαψίστα τα 2572 εκτάρια, ενώ στην Ανατολή 1520 εκτάρια. Η κατανάλωση νερού για ύδρευση οικισμών και βιομηχανιών είναι  $0,2 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Οπότε με δεδομένους όλους τους περιοριστικούς παράγοντες που έχουμε η συνολική απόληψη - ενίσχυση είναι  $22,5 \text{ hm}^3$  (διάγραμμα 6.4)

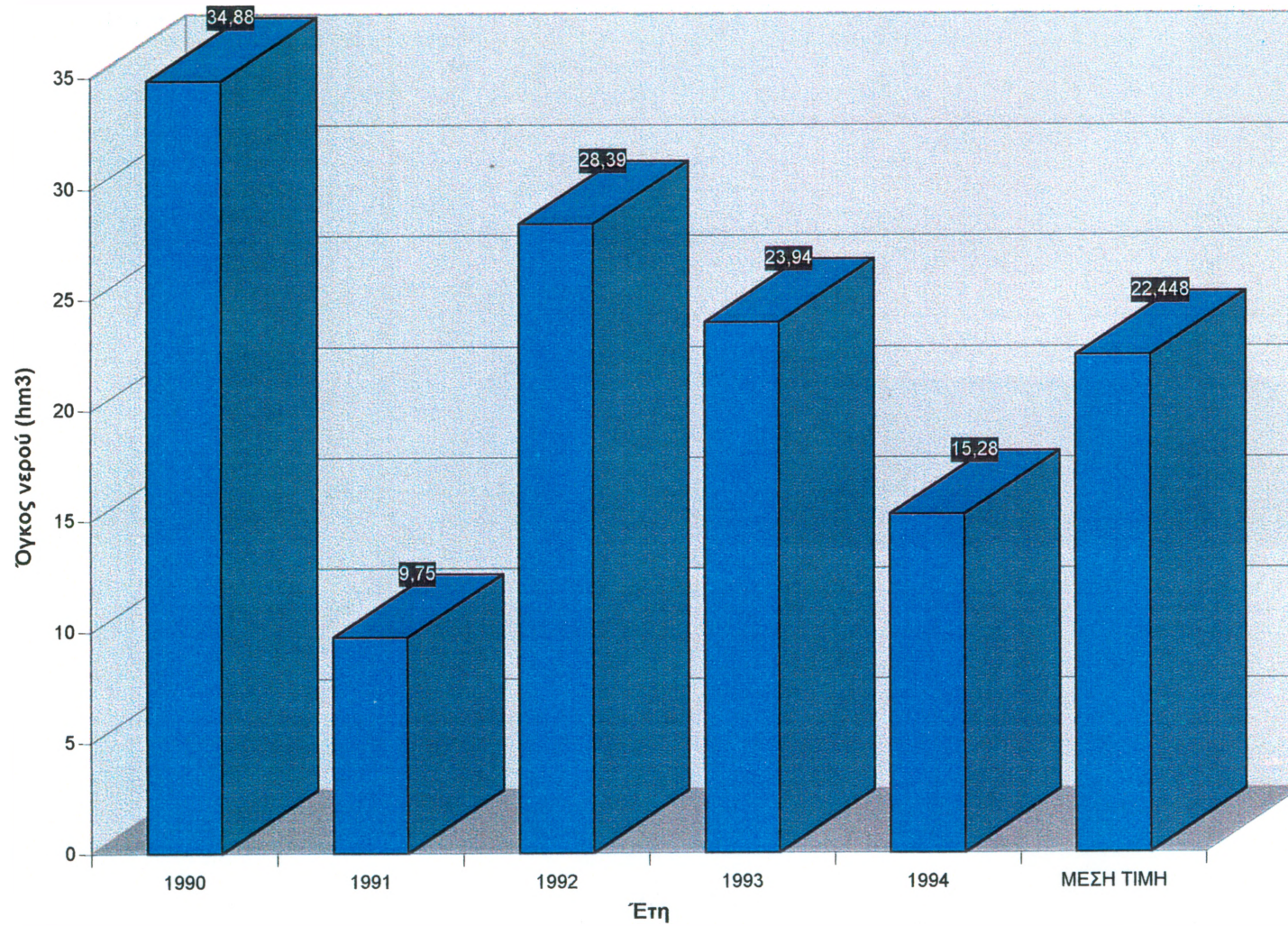
Αντίστοιχα, στο δεύτερο σενάριο για το 2015 (A2015 YBET), σενάριο μακροχρόνιας - πλήρους ανάπτυξης, οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι για τη Λαψίστα 2732 εκτάρια, ενώ Ανατολή 1680 εκτάρια και η κατανάλωση για ύδρευση οικισμών και βιομηχανιών είναι  $0,25 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Η συνολική πλέον απόληψη είναι  $24,2 \text{ hm}^3$  (διάγραμμα 6.5).



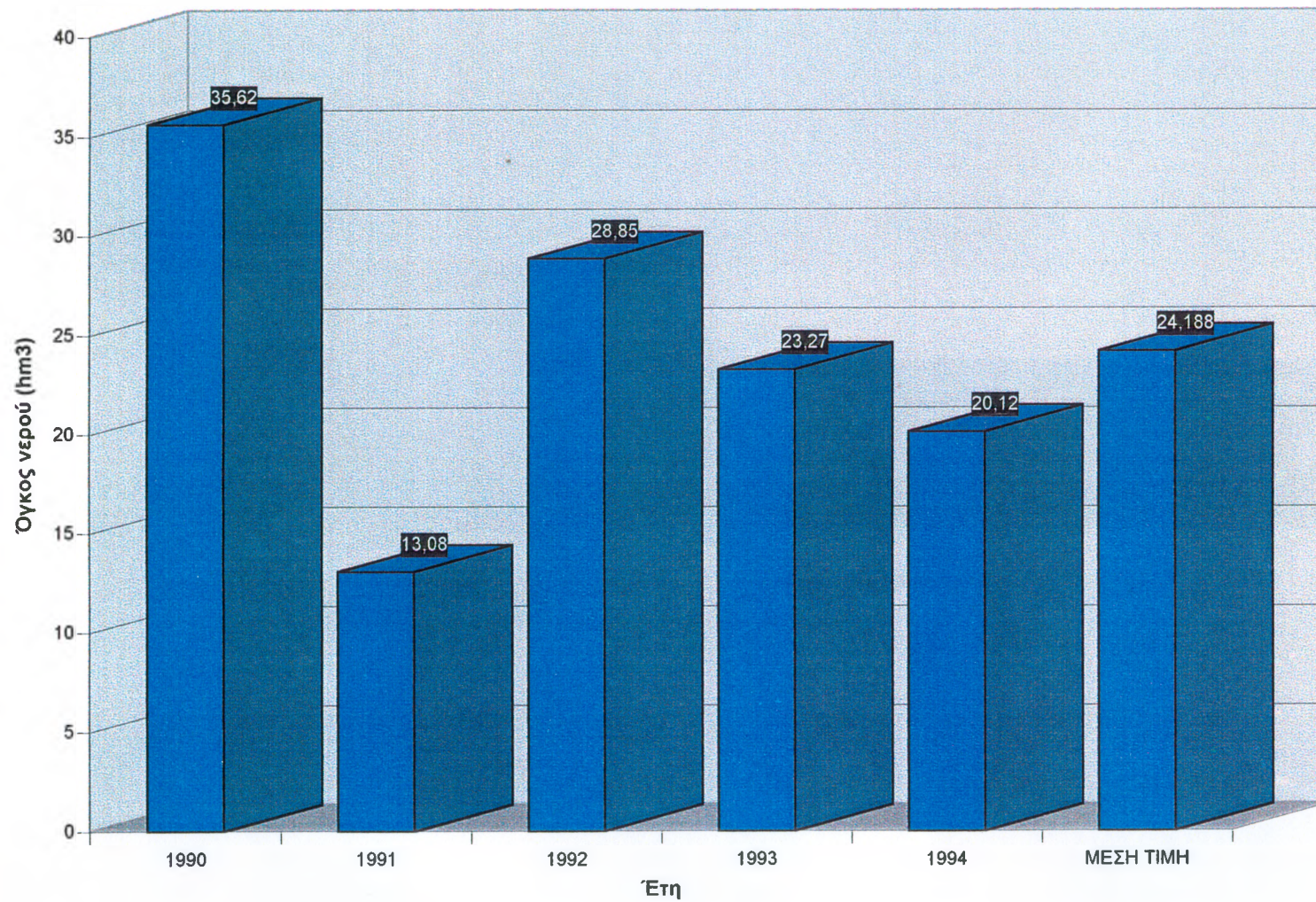
Σχήμα 6.2 : Σχηματοποίηση μελλοντικής κατάστασης  
λεκανοπεδίου ιωαννίνων



Διάγραμμα 6.4 : Ελλείμματα σεναρίου Α2000



Διάγραμμα 6.5 : Ελλείμματα σεναρίου Α2015



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

**ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΡΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ**  
**ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΤΩΝ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**7.1 Μεταφορά νερού από άλλες υδρολογικές λεκάνες (Αώου, Άραχθου, Καλαμά)**

Η κάλυψη των **υδρευτικών αναγκών** μπορεί να γίνει:

**α. Από πηγές Αμαράντου**

Η μέση παροχή είναι  $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  και η ελάχιστη παροχή που σημειώθηκε ήταν της τάξης των  $0.332 \text{ m}^3/\text{sec}$  και θεωρείται ικανοποιητική για την κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους των υδρευτικών αναγκών (Μελέτη σκοπιμότητας αξιοποίησης του πόσιμου νερού πηγών Αμαράντου, Ιούλιος 1986). Καλό όμως θα είναι, αν η πρόταση αυτή υλοποιηθεί να μην γίνει πλήρης υδρομάστευση των πηγών έτσι που να παραμείνει μια παροχή ασφαλείας για τη μη διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας. Πιστεύουμε ότι μια παροχή της τάξης των  $0.2 \text{ m}^3/\text{sec}$  ( $720 \text{ m}^3/\text{h}$ ) μπορεί να αποληφθεί από τις πηγές Αμαράντου. Με την παροχή αυτή θα εξασφαλισθεί ένας ετήσιος όγκος  $6.3 \text{ hm}^3$  νερού που θ' ανακουφίσει σε μεγάλο βαθμό τις υδρευτικές ανάγκες του λεκανοπεδίου. Το απόλυτο υψόμετρο της πηγής είναι  $778.67 \text{ m}$  η δε ποιότητα του νερού είναι άριστη (χάρτης 7.1).

**β. Από ποσότητες των πηγών Μονής Βελλά**

Η πηγή αναβλύζει σε απόλυτο υψόμετρο  $422.32 \text{ m}$ . Η μέση παροχή είναι της τάξης των  $0.22 \text{ m}^3/\text{sec}$  (Νομαρχία Ιωαννίνων). Οι ποσότητες που μπορούν ν' αποληφθούν είναι της τάξης των  $0.1 \text{ m}^3/\text{sec}$  ή  $360 \text{ m}^3/\text{h}$ . Δηλαδή από την πηγή αυτή μπορεί να εξασφαλισθεί ένας ετήσιος όγκος νερού της τάξης των  $3.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Δεν παραλείπουμε να σημειώσουμε ότι το νερό αυτό θα πρέπει ν' αντληθεί αφού το υψόμετρο της πηγής ( $422.32 \text{ m}$ ) είναι χαμηλότερο απ' αυτό του λεκανοπεδίου ( $470 \text{ m}$ ). Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι η πηγή βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία, με τον υπόγειο υδροφόρα της λεκάνης των Ιωαννίνων και μια αλόγιστη υδρομάστευση θα σημάνει την ταπείνωσή του, και των πηγών Τούμπας και Κρύας.

γ. Από τον ταμιευτήρα ΥΗΕ Πηγών Αώου

Πιστεύουμε ότι απ' αυτόν τον ταμιευτήρα μπορούν να καλυφθούν εξ' ολοκλήρου οι υδρευτικές ανάγκες του λεκανοπεδίου ( $11 \text{ hm}^3$ ).

Η απόσταση, η μορφολογία, η υπάρχουσα από πλευράς ΔΕΗ εγκαταστασιακή δομή και η ποιότητα του νερού συνηγορούν υπέρ της λύσεως αυτής. Από μετρήσεις που έχουν γίνει μέχρι σήμερα και αναφέρονται στο σύνολο των υδρορευμάτων που συρρέουν στην τεχνητή λίμνη πηγών Αώου (ΔΕΗ) είναι:

Μέση παροχή  $Q_m = 0.54 \text{ m}^3/\text{sec}$

Μέγιστη παροχή  $Q_{\max} = 2.3 \text{ m}^3/\text{sec}$

Ελάχιστη παροχή  $Q_{\min} = 0.046 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

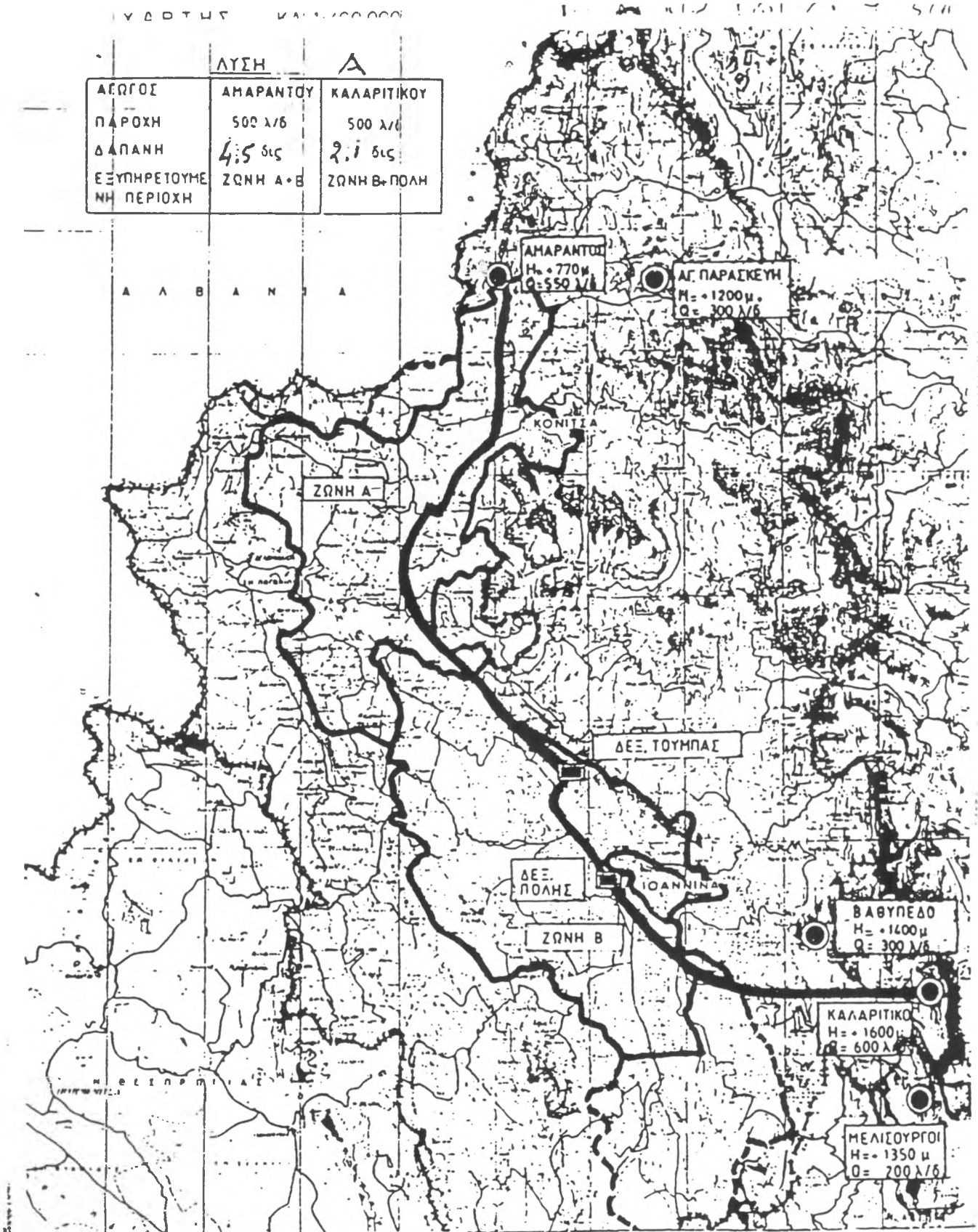
Η κάλυψη των **αρδευτικών αναγκών**, μπορεί να γίνει:

α. Με την κατασκευή φράγματος στο Ζαγορίτικο ποταμό ανάντη της γέφυρας Μπαλντούμας. Σε συνενόηση των τοπικών φορέων με τη ΔΕΗ η κατασκευή αυτού του ταμιευτήρα θα μπορούσε να εξυπηρετήσει πολλαπλές ανάγκες. Η κατασκευή του φράγματος πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να είναι δυνατό κατά την ξηρά περίοδο να λαμβάνονται  $26 \text{ hm}^3$  νερού.

Η ποσότητα αυτή θα χρησιμοποιείται για τον εμπλουτισμό - εξυγίανση της λίμνης των Ιωαννίνων και για την κάλυψη των ποσοτήτων που λαμβάνονται απ' αυτή την ξηρά περίοδο για άρδευση.

β. Με την άντληση νερού από τις γεωτρήσεις περιοχής Πρωτόπαπα και με την ανόρυξη νέων ερευνητικών υδρογεωτρήσεων στις περιοχές Αβγού, Πεδινής και Βουνοπλαγιάς.

Πιστεύουμε ότι οι ήδη υπάρχουσες γεωτρήσεις και αυτές που θα εκτελεσθούν θ' αποδώσουν έναν ετήσιο όγκο νερού περίπου  $7 \text{ hm}^3$ .



Χάρτης 7.1

Πηγή Δ.Ε.Η.

## 7.2 Εμπλουτισμός με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων σε συνδυασμό με την κατασκευή ΥΗΕ στους ποταμούς Αώο, Αραχθό και Καλαμά.

### 7.2.1. Γενικά

Το πρόβλημα της λίμνης Παμβώτιδας πρέπει να θεωρηθεί μέρος του γενικότερου προβλήματος της μείωσης των αποθεμάτων ύδατος σε παγκόσμιο επίπεδο.

Στην περίπτωση της Παμβώτιδας το πρόβλημα παρουσιάζεται πιο έντονο, λόγω της αύξησης των απαιτούμενων χρήσεων του νερού της λίμνης για αρδεύσεις, ιχθυοκαλλιέργεια και για αθλητικές χρήσεις.

Σχετικό παρουσιάζεται και το πρόβλημα του ύδατος για ύδρευση της ευρύτερης περιοχής Ιωαννίνων, δεδομένου ότι οι πηγές που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό στα δυτικά του Μιτσικελίου (Τούμπας και Κρύας), παρουσιάζουν υποχώρηση της στάθμης και της παροχής τους. Ένταση της άντλησης ή και νέες γεωτρήσεις είναι μάλλον βέβαιο, ότι θα οδηγήσουν σε ταπείνωση του υδροφόρου ορίζοντα, όπως έχει παρατηρηθεί παντού σε παρόμοιες περιπτώσεις.

Είναι λοιπόν βέβαιο, ότι αν αφεθούν τα πράγματα στην τύχη τους, η λίμνη θα χάσει την σημερινή της μορφή ως προς την έκταση και τον όγκο της, και θα υποβαθμιστεί ποιοτικά, με συνέπεια την υποβάθμιση όλης της περιοχής του λεκανοπεδίου των Ιωαννίνων.

Γνωστό εξάλλου είναι το πρόβλημα της διάθεσης των νερών του δικτύου αποχέτευσης της πόλης των Ιωαννίνων στο φυσικό τους αποδέκτη τον ποταμό Καλαμά. Πρόβλημα υπάρχει ακόμα με την υδροδότηση των ακτών της Ηγουμενίσσας και της Κέρκυρας.

### 7.2.2. Περιγραφή δεδομένων

α. Στις πηγές του ποταμού Αώου στη θέση «ΠΟΛΙΤΣΕΣ» με υψόμετρο +1350 m η ΔΕΗ έχει κατασκευάσει την τεχνητή λίμνη (τον ταμιευτήρα του ΥΗΕ Πηγών Αώου). Η λίμνη αυτή κατά τη λειτουργία του έργου προγραμματίζεται να έχει μέγιστο υψόμετρο +1343 m και ελάχιστο +1315 m. Από τη λίμνη αυτή κάθε χρόνο θα διατίθενται για παραγωγή ενέργειας περί τα 120 hm<sup>3</sup> νερού. Το νερό αυτό μέσω του συστήματος προσαγωγής ενέργειας του έργου θα εκβάλλει στον ποταμό Μετσοβίτικο στην περιοχή Χρυσοβίτσας σε υψόμετρο + 650 m. Εκεί κατασκευάζεται

μικρός ταμιευτήρας για ημερήσια ρύθμιση του νερού και στη συνέχεια με το σύστημα προσαγωγής του ΥΗΕ Μετσοβίτικου που κατασκευάζεται θα εκβάλλει στο υψόμετρο + 535 m περίπου που είναι η ανώτατη στάθμη της λεκάνης Στενού Καλαρρύτικου, το οποίο έχει μελετηθεί να κατασκευαστεί στον ποταμό Άραχθο.

β. Η στάθμη της λίμνης των Ιωαννίνων βρίσκεται περίπου στο υψόμετρο +471 m και η χαμηλότερη περιοχή της οροσειράς Δρίσκος - Μιτσικέλι είναι στην περιοχή του Δρίσκου στο υψόμετρο + 920 m εκεί όπου περνά ο Εθνικός δρόμος Ιωαννίνων - Τρικάλων.

γ. Εκτιμήθηκε ότι το νερό που απαιτείται σήμερα για την υδροδότηση του λεκανοπεδίου των Ιωαννίνων είναι της τάξης των 8.000.000 m<sup>3</sup> το έτος και σαν ελάχιστη ποσότητα νερού που θα απαιτηθεί για τον εμπλουτισμό της λίμνης τους καλοκαιρινούς μήνες είναι της τάξης των 12.000.000 m<sup>3</sup> το έτος.

δ. Στη λίμνη του ΥΗΕ Πηγών Αώου το καλοκαίρι συγκεντρώνεται ελάχιστη ποσότητα νερού από τις πηγές του οροπεδίου ΠΟΛΙΤΣΩΝ. Ο κύριος όγκος των νερών της λίμνης του έργου είναι αυτός των χειμερινών πλημμυρικών παροχών (βροχές, χιόνια).

Από την περιοχή της «ΒΑΛΙΑ ΚΑΛΑΝΤΑ» θα υπάρχει δυνατότητα κατάντη της υδροληψίας να τρέχει συνεχώς όλο το χρόνο ποσότητα τουλάχιστον 100 l/sec.

### **7.2.3. Πρόταση**

Το θέμα μεταφοράς νερού στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων απασχόλησε κατά επανάληψη τις αρχές και τους φορείς του τόπου και έχουν διαμορφωθεί διάφορες προτάσεις για την επίλυση των προβλημάτων αυτών.

Η παρούσα πρόταση, που εκ πρώτης όψεως φαίνεται πραγματοποιήσιμη, προϋποθέτει συνεργασία ΔΕΗ και λοιπών φορέων για να γίνει ένας σωστός οικονομοτεχνικός προγραμματισμός υδροδυναμικών και υδραυλικών έργων, που θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη της περιοχής και την προστασία του περιβάλλοντος.

#### **7.2.3.1 Προτεινόμενα έργα**

Προτείνεται η κατασκευή υδροδυναμικών έργων ως εξής :

1. Να αρχίσει η κατασκευή του έργου εμπλουτισμού της λίμνης του ΥΗΕ Πηγών Αώου για να λειτουργεί πλέον οικονομικά. Με το εξαιρετικά οικονομικό αυτό έργο, το οποίο όπως μελετήθηκε δεν προκαλεί δυσμενή επέμβαση στο περιβάλλον,



αυξάνεται κατά  $40 \text{ hm}^3$  κάθε χρόνο ο εκμεταλλεύσιμος όγκος του νερού της λίμνης του ΥΗΕ Πηγών Αώου, που σήμερα είναι  $120 \text{ hm}^3$ . Αποτέλεσμα αυτού είναι να βελτιώνεται η ποσότητα (καθαρότητα) του νερού και να εξοικονομείται ενέργεια της τάξης των 73 GWH.

2. Σε συνδυασμό με την κατασκευή ΥΗΕ Μετσοβίτικου, να εξεταστεί η περίπτωση κατασκευής στον ταμιευτήρα της ρυθμιστικής δεξαμενής για την συγκέντρωση καθαρού νερού από τον αγωγό φυγής του ΥΗΕ Πηγών Αώου. Το καθαρό πόσιμο αυτό νερό με αγωγό μήκους 30 km περίπου θα μεταφερθεί στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων για ύδρευση.
3. Η όδευση του αγωγού ύδρευσης θα περνά από σήραγγα μήκους περίπου 6200 m που θα ενώνει την κατάνη του ποταμού Αράχθου στη θέση «ΜΠΑΛΝΤΟΥΜΑ» με τη λίμνη Παμβώτιδα. Έτσι το νερό της ύδρευσης θα φτάνει χωρίς άντληση στις δεξαμενές της πόλεως των Ιωαννίνων (υψόμετρο +610 m περίπου). Μέσω δε της σήραγγας αυτής θα μεταφέρονται από τον ποταμό Άραχθο οι απαιτούμενες ποσότητες νερού για τον εμπλουτισμό της Παμβώτιδας και τις αρδεύσεις του λεκανοπεδίου των Ιωαννίνων.
4. Για να υπάρχει επάρκεια νερού άρδευσης και εμπλουτισμού της λίμνης τους καλοκαιρινούς μήνες θα πρέπει να προγραμματιστεί η κατασκευή της τεχνητής λίμνης του Στενού - Καλαρρύτικου στον Άραχθο. Το νερό του ποταμού Αράχθου, που θα εμπλουτίζει και θα καθαρίζει το νερό της λίμνης Παμβώτιδας αργότερα μπορεί να διατίθεται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες στα υδροηλεκτρικά έργα που προβλέπεται να κατασκευαστούν στον ποταμό Καλαμά. Με την κατασκευή του ΥΗΕ Στενού-Καλαρρύτικου θα πρέπει να εξεταστεί και η κατασκευή της κοιλαδογέφυρας του Αράχθου, που θα αντικαταστήσει τη σιδηρά πρόχειρη του Εθνικού δρόμου Ιωαννίνων Τρικάλων στη θέση «Μπαλντούμα».

Η κατασκευή των έργων αυτών, εκτιμούμε ότι βοηθά την επίλυση του προβλήματος της διάθεσης των νερών του δικτύου αποχέτευσης των Ιωαννίνων, μετά τον βιολογικό τους καθαρισμό. Πρόβλημα που εντείνεται με την ανάπτυξη του τουρισμού στις ακτές της περιοχής Ηγουμενίσσας και της Κέρκυρας, που κάθε καλοκαίρι πλήττονται από λειψυδρία (βλ χάρτη 7.2 και σχήματα 7.1, 7.2, 7.3)

### 7.2.3.2 Οικονομοτεχνικά χαρακτηριστικά

Οι εκτιμήσεις σχετικά με τα οικονομοτεχνικά χαρακτηριστικά των έργων που αφορούν τον εμπλουτισμό με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων είναι:

- *Αγωγός Ύδρευσης*

Ο επιχωμένος μεταλλικός αγωγός που θα συνδέει την ρυθμιστική δεξαμενή στη λίμνη του ΥΗΕ Μετσοβίτικου (υψόμετρο +640 m) με τις υπάρχουσες δεξαμενές πόσιμου νερού των Ιωαννίνων που βρίσκονται στο υψόμετρο +640 m, θα έχει μήκος περί τα 30 km και με εσωτερική διάμετρο 1.000 χιλιοστών θα έχει ικανότητα μεταφοράς 18,3 hm<sup>3</sup> νερού το χρόνο, χωρίς άντληση (Παροχή 0,58 m<sup>3</sup>/sec, ταχύτητα ροής 0,82 m/sec).

Στην περιοχή της λίμνης του ΥΗΕ Μετσοβίτικου θα πρέπει να κατασκευαστεί ρυθμιστική δεξαμενή νερού, ώστε το καθαρό νερό της ύδρευσης, που θα κατεβαίνει από τη λίμνη του ΥΗΕ Πηγών Αώου, να μην αναμειγνύεται με τα νερά του ποταμού Μετσοβίτικου. Η ρυθμιστική αυτή δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα αρκετά μεγάλη (περίπου 45.000 m<sup>3</sup>), για να μην επηρεάζεται συχνά η λειτουργία του ΥΗΕ Πηγών Αώου από τις ανάγκες του νερού για ύδρευση.

Το κόστος κατασκευής του αγωγού και της ρυθμιστικής δεξαμενής με σημερινές τιμές εκτιμάται σε 3.315 εκατ. δρχ. περίπου.

- *Σήραγγα Δρίσκου*

Η σήραγγα Δρίσκου θα ενώνει την κοίτη του ποταμού Αράχθου στη θέση Μπαλντούμα (υψόμετρο +480 m) με τη λίμνη των Ιωαννίνων (υψόμετρο +471 m). Θα έχει μήκος 6.200 m και μετά την υδροληψία της θα έχει φρέαρ ύψους 60 m περίπου για την τοποθέτηση θυροφράγματος. Στη συμβολή σήραγγας και φρέατος κατόπιν του θυροφράγματος θα τοποθετεί βαλβίδα για τη ρύθμιση των παροχών νερού από την κοίτη του Αράχθου προς τη λίμνη Παμβώτιδα.

Η σήραγγα θα έχει πεταλοειδή διατομή και διαστάσεις εκσκαφής 3 m ύψος και 3.5 m πλάτος. Στο δάπεδο της σήραγγας θα εντοιχιστεί ο αγωγός της ύδρευσης. Το κόστος όλων των κατασκευών αυτών σε σημερινές τιμές εκτιμάται σε 2.990 εκατ. δρχ.

### **7.2.3.3 Υδροηλεκτρικά έργα**

Το ΥΗΕ Στενό Καλαρρύτεκο έχει κόστος της τάξης των 130 δισ. δρχ., η κατασκευή του θα διαρκέσει περί τα δέκα έτη και θεωρείται οικονομικά συμφέρον έργο, αφού κάθε χρόνο θα αποδίδει ενέργεια 700 GWH αξίας 12 δισ. δρχ. περίπου. Σημειώνεται ότι μόνο για έρευνες και τη μελέτη των έργων του Αράχθου έχουν δαπανηθεί σε σημερινές τιμές 1.950 εκατ.

Το ΥΗΕ Μετσοβίτικο με κόστος κατασκευής 9.100 εκατ. δρχ. θα πρέπει να συνδυαστεί με την υδροληψία και όδευση του αγωγού ύδρευσης του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων.

### **7.2.3.4 Χρόνος κατασκευής**

Εκτιμούμε ότι η κατασκευή των έργων εμπλουτισμού με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων (αγωγός ύδρευσης και σήραγγα Δρίσκου) μπορεί να προγραμματιστεί για διάρκεια τριών ετών. Άλλα δύο χρόνια θα απαιτηθούν για τις γεωλογικές έρευνες και τη σύνταξη των μελετών δημοπράτησής τους. Έτσι η λειτουργία των έργων αυτών θα μπορούσε να προγραμματιστεί για τις αρχές του 2000 και η κατασκευή τους να συντονιστεί με τον εμπλουτισμό της λίμνης του ΥΗΕ Μετσοβίτικου και την κοιλαδογέφυρα που πρέπει να κατασκευαστεί στον Άραχθο στην περιοχή «Μπαλντούμα».

Πριν τη δημιουργία της λίμνης του ΥΗΕ Στενού - Καλαρρύτεκου κάποιες ποσότητες νερού του Αράχθου θα μπορούσαν να διοχετευθούν στην υδροληψία της σήραγγας εμπλουτισμού της λίμνης Παμβώτιδας. Άφθονο όμως νερό και απαλλαγμένο από φερτές ύλες μπορεί να εξασφαλιστεί τους καλοκαιρινούς μήνες μόνο με την κατασκευή του ΥΗΕ Στενού - Καλαρρύτεκου γιατί σύμφωνα με μελέτη θα διατίθενται κάθε χρόνο για παραγωγή ενέργειας περί τα 1160 hm<sup>3</sup> νερού το οποίο σήμερα χάνεται με τις χειμερινές πλημμυρικές παροχές.

### **7.2.3.5 Χρηματοδότηση έργων**

Σήμερα η κατασκευή των υδροηλεκτρικών έργων, τα οποία αφορούν έργα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, χρηματοδοτείται από διάφορα ταμεία της Ε.Ε και μπορεί να ληφθεί μέχρι το 50% των δαπανών τους ως δωρεάν βοήθεια. Ποσοστό μέχρι 40% του κόστους των έργων αυτών μπορεί να χορηγηθεί

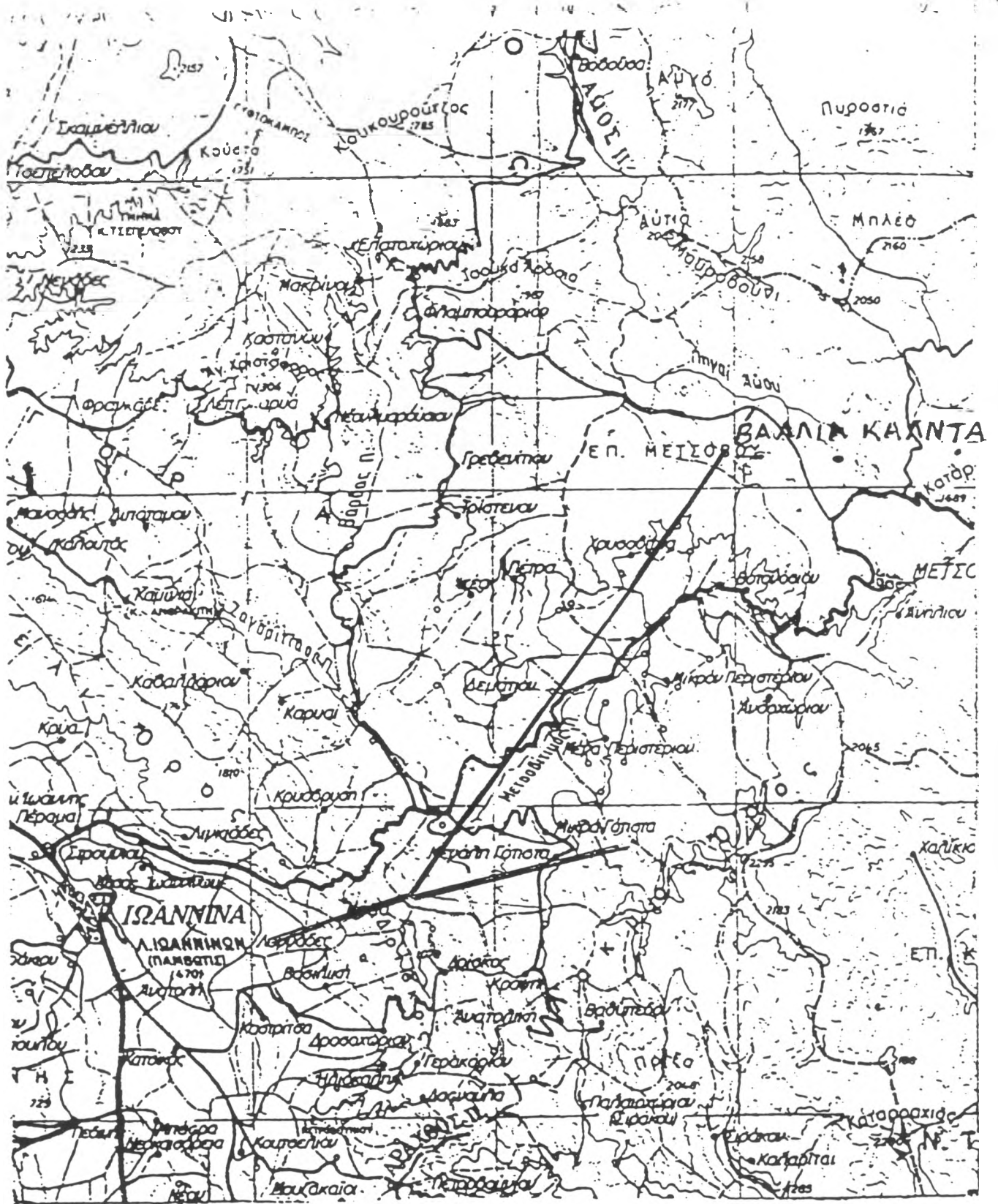
ως δάνειο από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα επενδύσεων της Ε.Ε με ιδιαίτερα συμφέροντες όρους. Οι υπόλοιπες δαπάνες των έργων αυτών, που πρέπει να εξοικονομηθούν από το Ελληνικό Δημόσιο, είναι ελάχιστες σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν τόσο κατά την διάρκεια κατασκευής των έργων, όσο και κατά τη λειτουργία τους. Τα οφέλη από την παραγωγή ενέργειας συνήθως υπερκαλύπτουν τις υποχρεώσεις των δανείων που λαμβάνονται για την κατασκευή τους και με τις αυξομειώσεις των τιμών του πετρελαίου γίνεται πολύ γρήγορα η απόσβεση του συνόλου των δαπανών τους.

Με τη συνεργασία Ελληνικού Δημοσίου και Δ.Ε.Η. θα μπορούσαν τα έργα της ύδρευσης και του εμπλουτισμού με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων να ενταχθούν σε ένα πακέτο έργων μαζί με τα υδροηλεκτρικά. Έτσι να επιδιωχθεί η χρηματοδότηση του συνόλου των έργων με τους ίδιους ευνοϊκούς όρους.

#### **7.2.3.6 Επιπτώσεις**

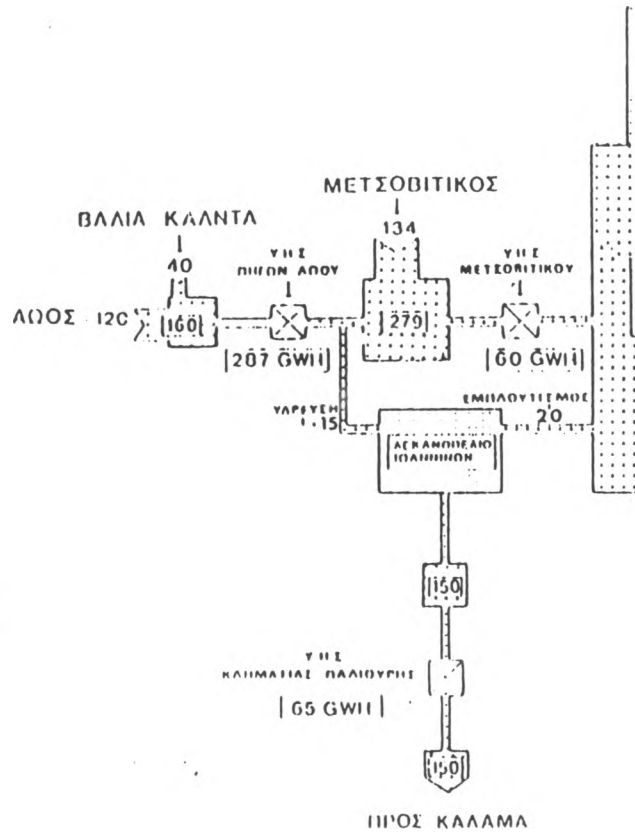
Η κατασκευή των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων προκαλεί πράγματι μεγάλες επεμβάσεις στο περιβάλλον. Όπου όμως αυτά κατασκευάστηκαν, έδωσαν ζωή, καλυτέρευσαν τις κλιματολογικές συνθήκες, εξασφαλίστηκε άφθονο νερό για τις ανάγκες υδρεύσεων, διαπιστώθηκε εμπλουτισμός των πηγών περιφερειακά των λιμνών τους, οι λίμνες τους εξελίχθηκαν σε βιότοπους, ιχθυότοπους και τόπους αναψυχής και αθλητικών εκδηλώσεων και εξαφάνισαν την ανεργία κατά την διάρκεια κατασκευής τους.

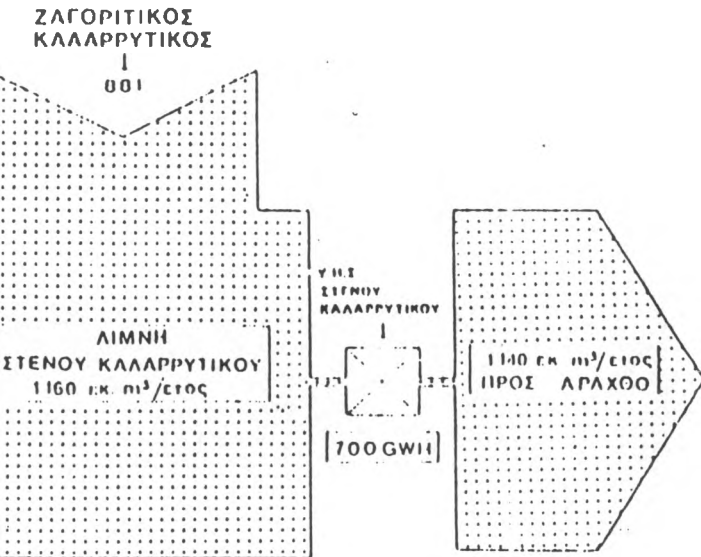
Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν προ πολλού εκμεταλλευθεί το υδάτινο δυναμικό τους σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90% και μόνο η Ελλάδα παρουσιάζεται καθυστερημένη σ' αυτόν τον τομέα με εκμετάλλευση μόνον του 18% του υδροδυναμικού της.



Χάρτης 7.2

Σχήμα 7.1  
 Πηγή Δ.Ε.Η.





ΥΠΟΜΟΝΗΜΑ

$\left[ \frac{1140}{365} \right]$  · ΕΚ. Μ<sup>3</sup>/ΕΤΟΣ

$\left[ - \right]$  · ΣΙΛΟΜΟΣ ΠΑΡΑΙΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΙΑΣ

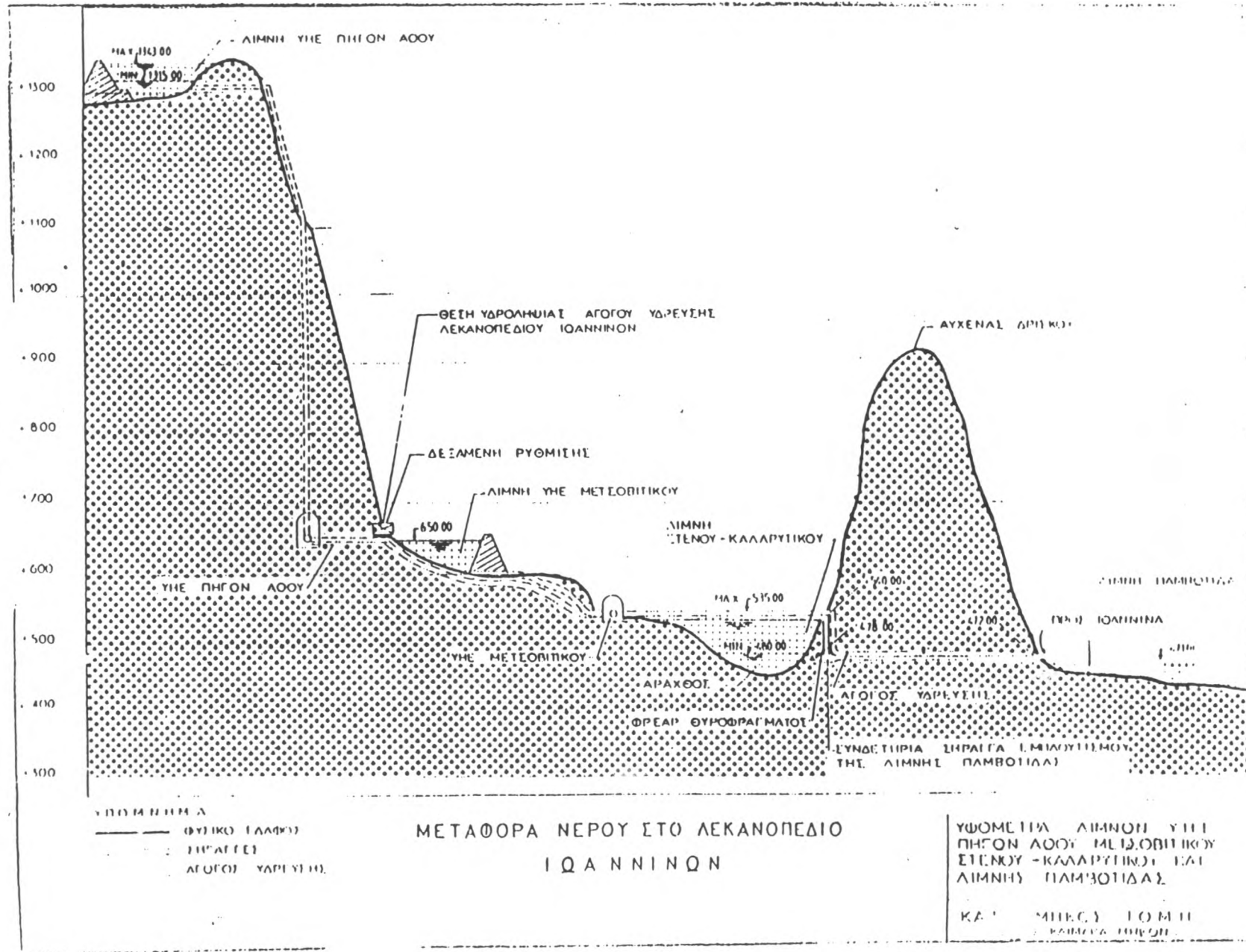
$\left[ GWH \right]$  · ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΑ (GWH)

ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ  
 ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΛΟΟΥ ΑΡΑΧΘΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣ  
 ΜΕ ΤΟΝ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟ ΙΟΥ ΔΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ  
 ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΜΕ ΝΕΡΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ





Πηγή Δ.Ε.Η.  
Σχήμα 7.3



### **7.3 Υδροηλεκτρικό έργο Κήπων Ζαγορίου σε συνδυασμό με τον εμπλουτισμό με νερό του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων (Εξυγίανση λίμνης, ύδρευση, άρδευση)**

#### **7.3.1 Γενικά**

Στο βάθος της χαράδρας του Βίκου ρέει το ομώνυμο ρέμα, που προς τις πηγές του στην περιοχή Γυφτόκαμπου φέρνει το όνομα Σκαμνιλιώτικο. Κοντά στους Κήπους ενώνεται με τον Μπαγιώτικο και στη συνέχεια μπαίνει στην κυρίως χαράδρα του Βίκου αφού περάσει τη στενωπό στην περιοχή της γέφυρας Κόκορου. Το υψόμετρο της κοίτης στη γέφυρα Κόκορου είναι περίπου 730 m. Λίγο πριν από την έξοδο από τη χαράδρα κάτω από το χωριό Βίκος αναβλύζουν στην κοίτη του πηγές σημαντικής παροχής που σχηματίζουν τον κατακάθαρο Βοϊδομάτη, που ύστερα από διαδρομή λίγων χιλιομέτρων χύνεται στον Αώο, περίπου 10 χιλιόμετρα κατάντη της Κόνιτσας όπου η κοίτη του έχει κατέβει στο υψόμετρο γύρω στα 420 m.

#### **7.3.2 Πρόταση**

Με σήραγγα κάτω από τον όγκο του Μιτσικελίου μήκους 8 km τα νερά αυτά μπορούν να εκτραπούν προς το λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων κοντά στο χωριό Ασφάκα όπου με επιφανειακό αγωγό πτώσης και με υπαίθριο ΥΗΣ με έξοδο στην αποστραγγιστική τάφρο Λαψίστας, υψόμετρο 740 m, μπορούμε ν' αξιοποιήσουμε την υψομετρική διαφορά μεταξύ 780 m μέσης στάθμης ταμειυτήρα και 480 m της εξόδου από τον ΥΗΣ αφήνοντας 10 m ψηλότερα την έξοδο.

Στη συνέχεια αυτά τα νερά, μαζί με τα χειμερινά περισσεύματα της λίμνης των Ιωαννίνων μπορεί να αξιοποιήσουν την ελεύθερη πτώση 80 m στην έξοδο της υπάρχουσας αποστραγγιστικής τάφρου Λαψίστας στην Κληματιά με παραγωγή άλλων 30 GWH περίπου.

Για την εξυγίανση της λίμνης κρατήσαμε την έξοδο των νερών από τον ΥΗΣ στη στάθμη των 480 m έτσι που με μία ανοιχτή τάφρο χαραγμένη στις υπόγειες του Μιτσικελίου να οδηγήσουμε τα νερά ως ένα σημείο μεταξύ Ντραμπάτοβας και Ντουραχάνι εκβάλλοντας τα στη λίμνη.

Έτσι θα έχουμε μια συνεχή ανανέωση των νερών της λίμνης, το δε καλοκαίρι, ενώ θα συνεχίζεται η λειτουργία του υπάρχοντος συστήματος άρδευσης, με δυνατότητα ακόμα και επέκτασης, χρησιμοποιώντας το νερό της λίμνης, θα

μπορούμε με τη συνεχή τροφοδότηση να κρατούμε τη στάθμη της λίμνης σταθερή, συμβάλλοντας έτσι αποφασιστικά στην πλήρη εξυγίανσή της.

Ένα άλλο πρόβλημα που απασχολεί, τόσο την πόλη των Ιωαννίνων, όσο και το ευρύτερο λεκανοπέδιο είναι το νερό για ύδρευση, που σήμερα επιβαρύνεται σημαντικά με τη δαπάνη άντλησής του από τα χαμηλότερα σημεία του λεκανοπεδίου προς τους τόπους προορισμού.

Από τον αγωγό πτώσης του ΥΗΣ, σε κατάλληλο ύψος, μπορεί να εγκατασταθεί μια διακλάδωση για την παρ'αχέτευση μέρους του νερού. Με την παρεμβολή ενός μικρού ΥΗΣ, ενός στροβίλου και μιας γεννήτριας που να ελέγχονται από τον κύριο ΥΗΣ θα μπορεί να παραλαμβάνεται η διαθέσιμη ενέργεια στο ύψος της υδροληψίας. Στην έξοδο από τους στροβίλους το νερό θα διοχετεύεται σε μία εγκατάσταση διυλιστηρίων για την κάθαρσή του από τους ρύπους για να καταστεί πόσιμο και στη συνέχεια να συνδεθεί με το υπάρχον δίκτυο ύδρευσης, τόσο της πόλης, όσο και του υπολοίπου του λεκανοπεδίου με φυσική ροή, εξοικονομώντας έτσι τη σημαντική δαπάνη που επιβαρύνει σήμερα αυτό το νερό για την άντληση (βλ χάρτη 7.3 και σχήμα 7.4)

#### 7.3.2.1 Προβλήματα περιβάλλοντος:

Βρισκόμαστε στο Ζαγόρι, μια ευαίσθητη περιοχή με τα πολλά και σημαντικά κατάλοιπα της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς.

Η λίμνη που θα σχηματιστεί θα καλύψει και θα εξαφανίσει τέσσερα πέτρινα γεφύρια.

- α. Το τρίτοξο, μεταξύ θέσης φράγματος και Κήπων (φωτ. 7.1).
- β. Το μονότοξο, πάνω στο Σκαμνελιώτικο
- γ. Το δίτοξο λίγο προς τ' ανάντη των Κήπων και
- δ. Το μονότοξο στο Μπαγιώτικο προς τ' ανάντη(φωτ 7.2).

Αλλά και στο ίδιο το χωριό Κήποι, στην ανώτατη στάθμη των 800 m πνίγονται τα χαμηλότερα σπίτια που σήμερα βρίσκονται κοντά στον επαρχιακό δρόμο. Αλλά και όλα τα χωράφια που αποτελούν την αγροτική ενασχόληση και τον πόρο ζωής των λίγων κατοίκων του χωριού που έχουν απομείνει, εξαφανίζονται και έτσι το χωριό και να μην πνιγεί θα ερημώσει.



Φωτ 7.1 Τρίτοξο γεφύρι Κήπων



Φωτ 7.2 Μονότοξο γεφύρι στο Μπαγιώτικο

### 7.3.2.2 Προβλήματα στεγανότητας λεκάνης

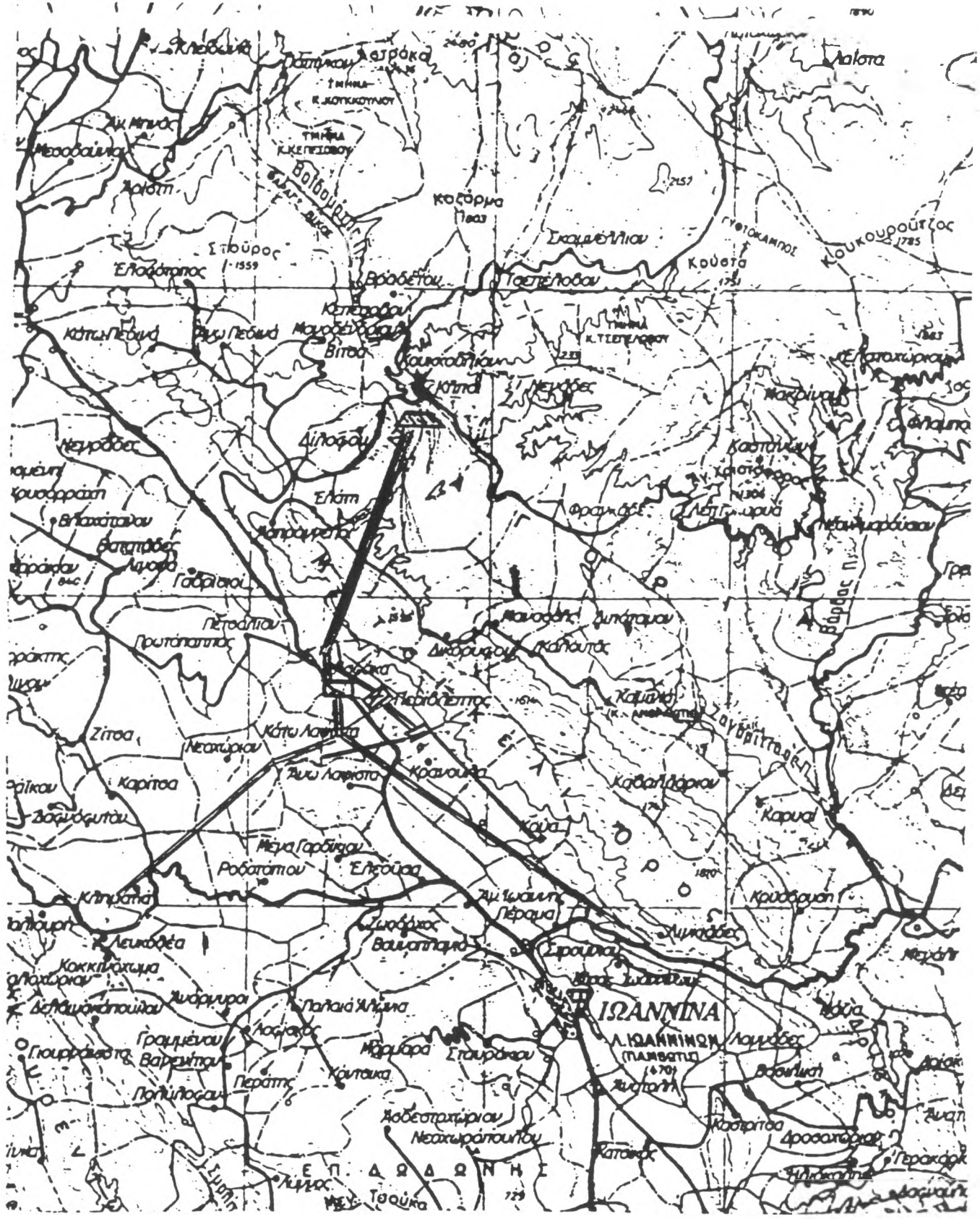
Χρειάζεται επισταμένη γεωλογική έρευνα για να μας καταδείξει κατά πόσον είναι δυνατή η εξασφάλιση της στεγανότητας σ' αυτήν την περιοχή του ταμιευτήρα. Η έρευνα αυτή είναι καθοριστική γιατί η τυχόν αδυναμία ή υπέρογκη δαπάνη για την επίτευξη στεγανότητας μπορούν να οδηγήσουν στη ματαίωση υλοποίησης του έργου.

### 7.3.2.3 Οικονομικά χαρακτηριστικά

Οικονομικές εκτιμήσεις κόστους (1996 ):

1. Φράγμα		1,5 δισ.
2. Σήραγγα		3,0 δισ.
3. ΥΗΣ + αγωγός πώσης		4,5 δισ.
4. Στεγανοποιήσεις λεκάνης		2,5 δισ.
5. Αγωγός ανοικτός επενδεδεμένος με Beton προς τη λίμνη		1,2 δισ.
6. Αγωγός ύδρευσης και διυλιστήρια	0,5 δισ.	13,2 δισ.
7. Αναθεώρηση τιμών 1993-1996 30%	3,960 δισ.	17,160 δισ.

Αυτές οι εκτιμήσεις μας δίνουν μια γενική εικόνα του μεγέθους της δαπάνης χωρίς να είναι και απόλυτες.



Χάρτης 7.3



#### 7.4 Εμπλουτισμός της λίμνης Ιωαννίνων, ύδρευση και άρδευση του λεκανοπεδίου και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δια της μεταφοράς νερού με φυσική ροή από πηγές Αώου και Μετσοβίτικου ποταμού

##### 7.4.1 Πρόταση

Η λύση αυτή που προτάθηκε από ομάδα μελετητών του Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε., εξασφαλίζει την εισροή κατά την κρίσιμη περίοδο (Μάιο ως Σεπτέμβριο) 50 hm<sup>3</sup> με μέγιστη παροχή 12 m<sup>3</sup>/sec, και αποτελείται από τα εξής τεχνικά έργα :

- Υπερπηδητό φράγμα (πρωτοποριακού τύπου και σχεδιασμού για τα Ελληνικά δεδομένα) στον Μετσοβίτικο ποταμό για την υπερύψωση της στάθμης, μήκους 250 m και ύψους 25 m χωριτικότητας 8 hm<sup>3</sup>.
- Υδαταγωγού μήκους 7.5 km και μέγιστης παροχετευτικότητας 12 m<sup>3</sup>/sec, που θα μεταφέρει από εκεί τα νερά στη λίμνη, και θα αποτελείται από :

σήραγγα Γότιστας, μήκους 694 m, (υπό πίεση)

σίφωνα Αράχθου, μήκους 579 m, (υπό πίεση)

λεκάνη καταστροφής ενέργειας 20m x 7m x 4m

σήραγγα Δρίσκου, μήκους 6.1 km ( ελεύθερη ροή)

- Από τεράστια και πολύπλοκα διυλιστήρια και αντλητικά συγκροτήματα για την ανύψωση των υδάτων προς άρδευση του λεκανοπεδίου.

##### 7.4.2 Αξιολόγηση

Τη λύση αυτή θα μπορούσαμε να την χαρακτηρίσουμε ως :

Χρονοβόρα μιας και η διάρκεια της κατασκευής του έργου θα υπερβεί τα 5-7 χρόνια ίσως και τα 10 χρόνια.

##### Περιβαλλοντικά μη αποδεκτή γιατί :

•Υπάρχει κίνδυνος μελλοντικά το όλο έργο να κατισταφεί από τον ταμιευτήρα που σχηματίζεται από το Υ.Η.Ε. της ΔΕΗ στον Άραχθο ποταμό στη θέση Παπαστάθη (ταμιευτήρας Στενού Καλαρρύτικου) η στάθμη του οποίου υψώνεται κατά 80 m (υψόμετρο +540 m) από τη γέφυρα Μπαλντούμας και κατά 45 m υψηλότερα από τη στάθμη του υπερχειλιστή του φράγματος Γότιστας +495 m.

Την περίπτωση της κατακλίσεως του φράγματος και όλων των έργων από τον ταμιευτήρα του Στενού Καλαρρύτικου επιβεβαιώνει και η ίδια η Δ.Ε.Η.



Την καταστροφή του έργου αυτού από την κατάκλιση των υδάτων δέχεται και το ΥΠΕΧΩΔΕ το οποίο προγραμματίζει για την Εγνατία οδό στο σημείο αυτό κοιλαδογέφυρα μήκους 960 m και βάθρα ύψους 80 m για ν' αποφύγει την κατάκλιση από τον ταμιευτήρα της Δ.Ε.Η.

Νέκρωση της λίμνης από τη στασιμότητα των υδάτων των παραλιμνίων καθώς η βίαιη, συγκεντρωτική, όσο και επιφανειακή εισροή νερού στη λίμνη και η μετατροπή της λίμνης σε ποταμό θα έχει ως συνέπεια την προοδευτική νέκρωση αυτής στα άκρα αριστερά και δεξιά.

•Υπάρχει μεγάλος κίνδυνος πρόσχωσης της λίμνης από τα βεβαρυμένα από το βούρκο θολά και βρώμικα νερά του Μετσοβίτικου ποταμού.

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος της λίμνης δεν είναι η έλλειψη νερού, γιατί η λίμνη αυτοτροφοδοτείται με 40-50 hm<sup>3</sup> νερό το χρόνο, αλλά η προοδευτική πρόσχωση της, που τελευταία έχει πάρει ανησυχητικές διαστάσεις.

Από παρατηρήσεις που έγιναν στη λίμνη διαπιστώθηκε ότι η πρόσχωση από τους ρύπους και τις φερτές ύλες πλησιάζει το ένα εκατοστό του μέτρου ετησίως.

Αν συνεχιστεί η πρόσχωση της λίμνης με επαυξημένο μάλιστα ρυθμό, όπως προβλέπεται από τα βρώμικα θολά και κορεσμένα από ιλύ νερά του Μετσοβίτικου ποταμού η πρόσχωση θα πλησιάζει τα δύο εκατοστά το χρόνο.

Μελετητές υπολογίζουν ότι ο όγκος της λάσπης που θα δεχθεί ο ταμιευτήρας της Γότιστας, και μέσω αυτού το μεγαλύτερο τμήμα της λίμνης των Ιωαννίνων, ανέρχεται στα 150.000 έως 200.000 m<sup>3</sup> το χρόνο.

Με τα δεδομένα αυτά υπάρχει ο ορατός κίνδυνος του δραστικού περιορισμού της επιφάνειας της λίμνης. Εκτιμάται ότι στα προσεχή 50 χρόνια θα περιοριστεί στα 2/3 της σημερινής έκτασης, δηλαδή από 22 km<sup>2</sup> που είναι σήμερα να περιοριστεί στα 15 km<sup>2</sup>, δεδομένου ότι το μέσο βάθος των παραλίμνιων περιοχών δεν υπερβαίνει το ένα μέτρο. Και στα προσεχή 200 χρόνια να μεταβληθεί σε βάλτο.

Θα πρέπει επομένως να αναρωτηθούμε για τη σκοπιμότητα και τις προτεραιότητες αυτής της πρότασης, γιατί φαίνεται ότι αποκλειστικός στόχος και προορισμός του πολυσύνθετου και πολυδάπανου αυτού έργου δεν είναι ο εμπλουτισμός της λίμνης δια της μεταφοράς νερού από Μετσοβίτικο, Άραχθο, αλλά η μεταφορά νερού μέσω της λίμνης στον ποταμό Καλαμά για την κίνηση του προγραμματισμένου ΥΗΕ της ΔΕΗ Κληματίας-Παλιουρής, που θα λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

Η λίμνη δηλαδή θα χάσει το σημερινό της χαρακτήρα, για χάρη της "ανάπτυξης".

Τα νερά του Μετσοβίτικου ποταμού είναι βεβαρυμένα από το φορτίο των ρύπων και ακατάλληλα για τον εμπλουτισμό της λίμνης.

Και οι ίδιοι οι μελετητές του έργου δέχονται ότι τα νερά του Μετσοβίτικου ποταμού είναι βεβαρημένα από το φορτίο των ρύπων των χοιροτροφικών πτηνοτροφικών, και κτηνοτροφικών μονάδων που είναι εγκατεστημένες στην περιοχή αυτή και ότι ο εμπλουτισμός της λίμνης Ιωαννίνων με τα νερά αυτά θα έχει αρνητική επίδραση στη βελτίωση της ποιότητας του νερού και αντί της αραιώσης της ρύπανσης των νερών και τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της θα έχουμε πύκνωση και επαύξηση της ρύπανσης με τεράστιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

• Δυσμενέστατη επίδραση με ανυπολόγιστες συνέπειες θα έχει η ιχθυοκαλλιέργεια με τον εμπλουτισμό της λίμνης με ψυχρότερα νερά κατά 20°C.

Συγκεκριμένα τα νερά της λίμνης κατά την περίοδο του καλοκαιριού έχουν μέση θερμοκρασία 24 - 25 °C περίπου. Τα κρύα νερά του Μετσοβίτικου ποταμού εμπλουτιζόμενα με τα ψυχρότερα νερά του ταμιευτήρα Αώου της ΔΕΗ διαμορφώνουν μια μέση θερμοκρασία 10 - 12 °C. Δεδομένου ότι τα νερά αυτά διέρχονται μέσω της σήραγγας Δρίσκου μήκους 6,5 km της οποίας η θερμοκρασίας θα κυμαίνεται στους 4 - 5 °C πρέπει να δεχτούμε ότι θα υποστούν μια μείωση της θερμοκρασίας κατά 3 - 4 °C.

Η σήραγγα θα δουλεύει ως καταψύκτης. Επομένως εξερχόμενα τα νερά από τη σήραγγα Δρίσκου και εισερχόμενα στη λίμνη θα έχουν διαμορφώσει μια μέση θερμοκρασία 7 - 8 °C, δηλαδή κατά 20 °C ψυχρότερα από τα νερά της λίμνης. (27-7=20 °C).

Η ξαφνική αυτή προσθήκη στη λίμνη ψυχρότερων νερών θα έχει επικίνδυνη επίδραση στην επιβίωση, μεταβολισμό και στην αναπαραγωγή των ψαριών (Χριστούλας, Χατζημπίρος, Ανδρεαδάκης, 1995).

Η κατάκλιση επίσης 800 στρεμμάτων από τα νερά του ταμιευτήρα Γότιστας με παράλληλη κοπή αιωνόβιων δένδρων αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά τη χλωρίδα και πανίδα και γενικότερα να επιφέρει σοβαρές αλλοιώσεις στο περιβάλλον της περιοχής.

Δεν αντιμετωπίζεται το πελώριο θέμα της ύδρευσης της πόλης των Ιωαννίνων και των 200 χωριών του ευρύτερου λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που εκπροσωπούν και εκφράζουν το 80% του ενεργού πληθυσμού του Νομού.

#### 7.4.2.1 Οικονομικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τη μελέτη (τιμές 1996) ο προϋπολογισμός του έργου είναι 8,5 δις, και μαζί με την κατασκευή της σήραγγας Δρίσκου προβλέπεται να φτάνει τα 15 δις. Αν προστεθεί το ΦΠΑ, και με το δεδομένο ότι μιας και πρόκειται για έργα πολυσύνθετα και πολύπλοκα, τα οποία εκτελούμενα θα παρουσιάσουν μια υπέρβαση της τάξεως του 50%.

Αν ληφθεί υπόψη τουλάχιστον μια 5ετία για την κατασκευή του έργου οπότε θα έχουμε πρόσθετη αναθεώρηση των τιμών κατά 50%.

Τότε καταλαβαίνουμε ότι το συνολικό κόστος θα αγγίξει τα 30 δις.

## 7.5 Εμπλουτισμός της λίμνης Ιωαννίνων, ύδρευση και άρδευση του Λεκανοπεδίου από την οροσειρά της Πίνδου

### 7.5.1 Γενικά

Αυτή είναι η πρόταση τοπικών παραγόντων (του πρώην βουλευτή Ιωαννίνων κ. Ελευθερίου Καλογιάννη), γνωστή και ως "Η χρυσή σήραγγα".

Η πρόταση αυτή μελετά την μεταφορά 100 hm<sup>3</sup> νερού από την οροσειρά της Πίνδου στο λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων τα οποία θα διατείνονται για:

- α. Το συνεχές εμπλουτισμό της λίμνης των Ιωαννίνων με άφθονα και καθαρά νερά.
- β. Την αδιάκοπη ύδρευση, χωρίς μεσολάβηση αντλιοστασίων, 200 κοινοτήτων του Νομού Ιωαννίνων.
- γ. Την αδιάκοπη άρδευση του ευρύτερου λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που θα καλύπτει όλες τις περιοχές του Νομού που βρίσκονται σε υψόμετρο κάτω των 800 m.
- δ. Την κάλυψη υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών (προοπτική μέλλοντος) των υψηλών περιοχών Ηγουμενίτσας, Παραμυθιάς, Πάργας και Πρέβεζας με προοπτική υδροδότησης Κέρκυρας και Παξών.
- ε. Την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που θα καλύπτει μέρος των αναγκών του Νομού.

### 7.5.2 Πρόταση

Η πρόταση αυτή αντιμετωπίζει το όλο θέμα σε δύο φάσεις:

Η **Α΄ φάση** προβλέπει την κατασκευή ενός χαλύβδινου αγωγού  $\varnothing 600$  mm μεταφοράς νερού 10-15 hm<sup>3</sup> ετησίως προσωρινά μεν από τον ταμιευτήρα της ΔΕΗ (πηγής Αώου) υψόμετρο +1340 m, στη συνέχεια απευθείας από τις διάσπαρτες και πλούσιες πηγές της περιοχής, μέχρι τον αυχένα Δρίσκου +850 m - +900 m. Στη φάση αυτή αντιμετωπίζεται:

- 1- Το εφάπαξ γέμισμα-αναπλήρωση της λίμνης με 10-15 εκατομ. m<sup>3</sup> νερό που λείπουν σήμερα. Την τροφοδότηση της λίμνης με 10 εκατομ. m<sup>3</sup> ετησίως μέχρις ότου ολοκληρωθεί η Β φάση, ποσότητα που ανακουφίζει τη λίμνη.
- 2- Με την έναρξη λειτουργίας της Β φάσης στο σύνολό τους τα νερά της Α φάσης θα διατεθούν για την υδροδότηση των κατοίκων της ευρύτερης

περιοχής του Νομού. Χρόνος κατασκευής του αγωγού μέχρι τον αυχένα Δρίσκου 1 έτος.

Η Β΄ φάση προβλέπει την απόληψη και μεταφορά 90 hm<sup>3</sup> νερού ετησίως από δύο υδροληψίες.

•Η πρώτη υδροληψία θα τοποθετηθεί στο Μετσοβίτικο ποταμό ανάντη του Βοτονοσίου (Κοινότητα και σε υψόμετρο +650 m).

Η κοιλάδα του Μετσοβίτικου ποταμού από Βοτονόσι μέχρι σήραγγα Κατάρας μπορεί να μεταβληθεί σ' ένα απέραντο φυσικό ταμιευτήρα πολλών hm<sup>3</sup> νερού με την αδιάκοπη ροή του και να διατηρεί την κρυστάλλινη καθαρότητα των νερών με τη λειτουργία τριών μικρών βιολογικών καθαρισμών - Μέτσοβο - Ανήλιο -Ανθοχώρι. Ο ταμιευτήρας αυτός μέσω ενός υδαταγωγού θα τροφοδοτεί τη δεύτερη υδροληψία που θα τοποθετηθεί στον πόδα της εξόδου του ΥΗΕ Πηγών Αώου, υψόμετρο +645 m.

•Η δεύτερη υδροληψία θα δέχεται τα νερά του ΥΗΕ Πηγών Αώου (100-140 hm<sup>3</sup>). Από την υδροληψία αυτή θα αφήνονται 50-60 hm<sup>3</sup> νερό ελεύθερα προς τον Άραχθο ποταμό.

Από τον ταμιευτήρα του Βοτονοσίου θα γίνει απόληψη 40-50 hm<sup>3</sup> νερό κατά την 8μηνη χειμερινή περίοδο με την αδιάκοπη ροή του Μετσοβίτικου από τα όμβρια ύδατα του ευρύτερου λεκανοπεδίου της οροσειράς της Πίνδου.

Η υδροληψία Βοτονοσίου υψομέτρου +650 m έχει στόχο και την παράλληλη τροφοδότηση της πρώτης υδροληψίας σε περιόδους αιχμής ή διακοπής του ΥΗΕ Πηγών Αώου υψομέτρου +645 m.

Τα νερά των δύο υδροληψιών (90 hm<sup>3</sup>) μέσω δύο χαλύβδινων αγωγών Ø1200 mm ατμοσφαιρικής πίεσης 10 -15 ατμοσφαιρών ή και δια πλαστικών αγωγών θ' ακολουθήσουν τη διαδρομή της Εγνατίας οδού. Θα περάσουν πάνω από την κοιλαδογέφυρα του Αράχθου (υψόμετρο +550 m) στην θέση Μπαλντούμα και θα καταλήξουν στη σήραγγα η οποία θα πρέπει να τοποθετηθεί στο υψόμετρο +580 - +600 m. Αν όμως η Εγνατία ελιχθεί σε μεγαλύτερο υψόμετρο +730 m ή βραδύνει η κατασκευή της, είναι δυνατή η διάνοιξη ανεξάρτητης σήραγγας μικρής διατομής μήκους 2-2.5 Km, ίσα-ίσα για να περνούν οι δύο χαλύβδινι αγωγοί.

Η παραπάνω διαβάθμιση των έργων σε δύο φάσεις έγινε για δύο λόγους:

- Πρώτον διότι οι άμεσες ανάγκες του λεκανοπεδίου αφορούν κυρίως τον εμπλουτισμό της λίμνης και μπορούν να καλυφθούν με την κατασκευή του μικρού υδαταγωγού μέσα σε ένα χρόνο.

- Δεύτερον διότι η κατασκευή της Εγνατίας οδού θα καθυστερήσει επί ορισμένο χρόνο και η κατασκευή του μεγάλου υδαταγωγού είναι στενά συνδεδεμένη με τη διαδρομή της για λόγους καθαρά οικονομικούς.

Οι υδαταγωγοί μπορεί να ακολουθήσουν διαδρομή παράλληλη της Εγνατίας και της οδικής σήραγγας Δρίσκου με διάρκεια κατασκευής δύο χρόνια.

Μετά την ολοκλήρωση των δύο αυτών υδαταγωγών η διαχείριση των προσαγόμενων  $100 \text{ hm}^3$  νερού στον αυχένα Δρίσκου  $+850 \text{ m}$  και στην πλαγιά Μιτσικελίου  $+600 \text{ m}$  θα γίνεται ως εξής:

Τα  $10-15 \text{ hm}^3$  νερού του υψηλού υδαταγωγού θα υδρεύουν και θα αρδεύουν τις κοινότητες του λεκανοπεδίου και της ευρύτερης περιοχής (υψηλή ζώνη  $+850 \text{ m}$ ) χωρίς καμμία άντληση.

Τα νερά του χαμηλού υδαταγωγού θα εμπλουτίζουν μόνιμα την Παμβώτιδα λίμνη και θα υδροδοτούν τους υπόλοιπους οικισμούς που βρίσκονται κάτω από  $+600 \text{ m}$ . Θα υδροδοτούνται επίσης όλα τα υπάρχοντα δίκτυα τεχνητής βροχής χωρίς άντληση και θα μπορούν να επεκταθούν οι αρδεύσεις και σε νέες καλλιεργήσιμες εκτάσεις στις υψηλές ζώνες του λεκανοπεδίου, στους κάμπους και τα επικλινή χωράφια της ευρύτερης περιοχής του Νομού Ιωαννίνων (βλ χάρτη 7.4 και σχήματα 7.5 και 7.6).

#### 7.5.2.1 Οφέλη

Τα οφέλη της παρούσας πρότασης συνοψίζονται :

A Στο συνεχή εμπλουτισμό της λίμνης Παμβώτιδας με άφθονα και καθαρά νερά, που θα χύνονται σ' αυτή με φυσικούς καταρράκτες.

B Στη δωρεάν και αδιάκοπη ύδρευση χωρίς μεσολάβηση αντλιοστασίων και με κατάργηση των ήδη υπαρχόντων.

Γ Στη δωρεάν και συνεχή ύδρευση και άρδευση με κατάργηση των αντλιοστασίων, όπου υπάρχουν, της ευρύτερης περιοχής του Νομού Ιωαννίνων.

Δ Στην προοπτική μεταφοράς νερού με φυσική ροή προς τις υψηλές περιοχές: Πρέβεζας, Πάργας, Ηγουμενίσσας, Κέρκυρας και Παξών.

E Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες του Νομού:

Από τα  $100 \text{ hm}^3$  νερού που θα προσαχθούν στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων θα χρησιμοποιηθούν:

Κατά δε την 4/μηνη χειμερινή περίοδο όταν οι ανάγκες ύδρευσης είναι μειωμένες και όταν δε χρησιμοποιούνται αρδεύσεις, το υπόλοιπο νερό των 50 hm<sup>3</sup> θα χρησιμοποιείται για υδροηλεκτρική εκμετάλλευση. Για το σκοπό αυτό προβλέπεται:

α- Η εγκατάσταση ενός ΥΗΕ στη θέση Ντουραχάνι με ωφέλιμη υδατόπτωση (600-470)=130 m.

β- Η εγκατάσταση ενός ΥΗΕ στη θέση Σήραγγα Λαψίστας +460 m - Σουλόπουλο +160 m με ωφέλιμη υδατόπτωση 300 m.

Το ΥΗΕ Σουλόπουλου θα δέχεται 50 hm<sup>3</sup> και πρόσθετα νερά 50-70 hm<sup>3</sup> νερού που προέρχονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα από τα όμβρια ύδατα του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων.

Ο συνολικός αυτός όγκος υδάτων των 100-120 hm<sup>3</sup> ωφέλιμης υδατόπτωσης 300 m θα κινεί το πιο πάνω ΥΗΕ ανάντη της γέφυρας Σουλόπουλο με παράλληλο εμπλουτισμό των ισχνών αποθεμάτων του Καλαμά για τη λειτουργία τεσσάρων ακόμα ΥΗΕ που έχει προγραμματίσει η ΔΕΗ κατά μήκος αυτού.

γ. Η εγκατάσταση ενός ΥΗΕ στη θέση Γρεβενίτι Ζαγορίου υδατόπτωσης (1300-900)=400 m με όγκο νερού 15 hm<sup>3</sup> ετήσιας διάρκειας.

Από τη λειτουργία των πιο πάνω τριών ΥΗΕ θα έχουμε ηλεκτρική ενέργεια:

A. Για 50 hm<sup>3</sup> -8μηνη διάρκεια - υδατόπτωση 130 m Παραγόμενη ενέργεια 15.000.000 KWH.

B. Για 120 hm<sup>3</sup> 8μηνη διάρκεια - υδατόπτωση 300 m Παραγόμενη ενέργεια 90.000.000 KWH.

Γ. Για 15 hm<sup>3</sup> 12μηνη διάρκεια - υδατόπτωση 40 m Παραγόμενη ενέργεια 13.800.000 KWH.

Η συνολική παραγόμενη ενέργεια ανέρχεται σε 120.000.000 KWH η οποία πλησιάζει το 50% της ενέργειας που καταναλώνει ολόκληρος ο Νομός Ιωαννίνων.

#### **7.5.2.2 Οικονομικά χαρακτηριστικά**

Κόστος για τη μεταφορά 100 hm<sup>3</sup> νερού μέχρι το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων, πλην υδροληψιών.

1. Α Φάση Δρχ 1.500.000.000
2. Β Φάση χαλύβδινες σωλήνες Ø12000 mm  
μετά των χωματουργικών ολικού

μήκους 22 Km	Δρχ 3.300.000.000
3. Γενικά έξοδα και επισφαλείς δαπάνες	Δρχ 1.200.000.000
4. Σήραγγα μήκους 2.500 m εφόσον η Εγνατία οδός βραδύνει	Δρχ 1.000.000.000
Σύνολο δαπάνης	Δρχ 7.000.000.000

Βέβαια εδώ θα πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι η συ. κεκριμένη πρόταση έχει τις εξής τεχνικές ελλείψεις :

Με την πρόταση αυτή εισρέουν 30 - 50 hm<sup>3</sup> στο λεκανοπέδιο κατά τους 5 θερινούς μήνες, και επομένως ο αναρυθμιστικός ταμιευτήρας που πρέπει να κατασκευασθεί στην έξοδο της σήραγγας φυγής του ΥΗΕ Μετσοβίτικου, πρέπει να έχει χωρητικότητα 6 - 10 hm<sup>3</sup>. Στην προτεινόμενη όμως θέση κατασκευής, ο οφέλιμος όγκος του δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 6 hm<sup>3</sup>.

Εκτός βέβαια και εάν αυξηθούν οι ώρες λειτουργίας των δύο ΥΗΕ (Αώου και Μετσοβίτικου), ή ο υδαταγωγός λειτουργεί ως αγωγός αιχμής. Και στις δύο όμως αυτές περιπτώσεις το έργο κατά πάσα πιθανότητα, θα γίνει ιδιαίτερος αντισοικονομικό.

Επίσης τα νερά που διαφεύγουν από τη Λαψίστα είναι πάρα πολλά, και θα υπάρξει πρόβλημα για τη διαφυγή τους.

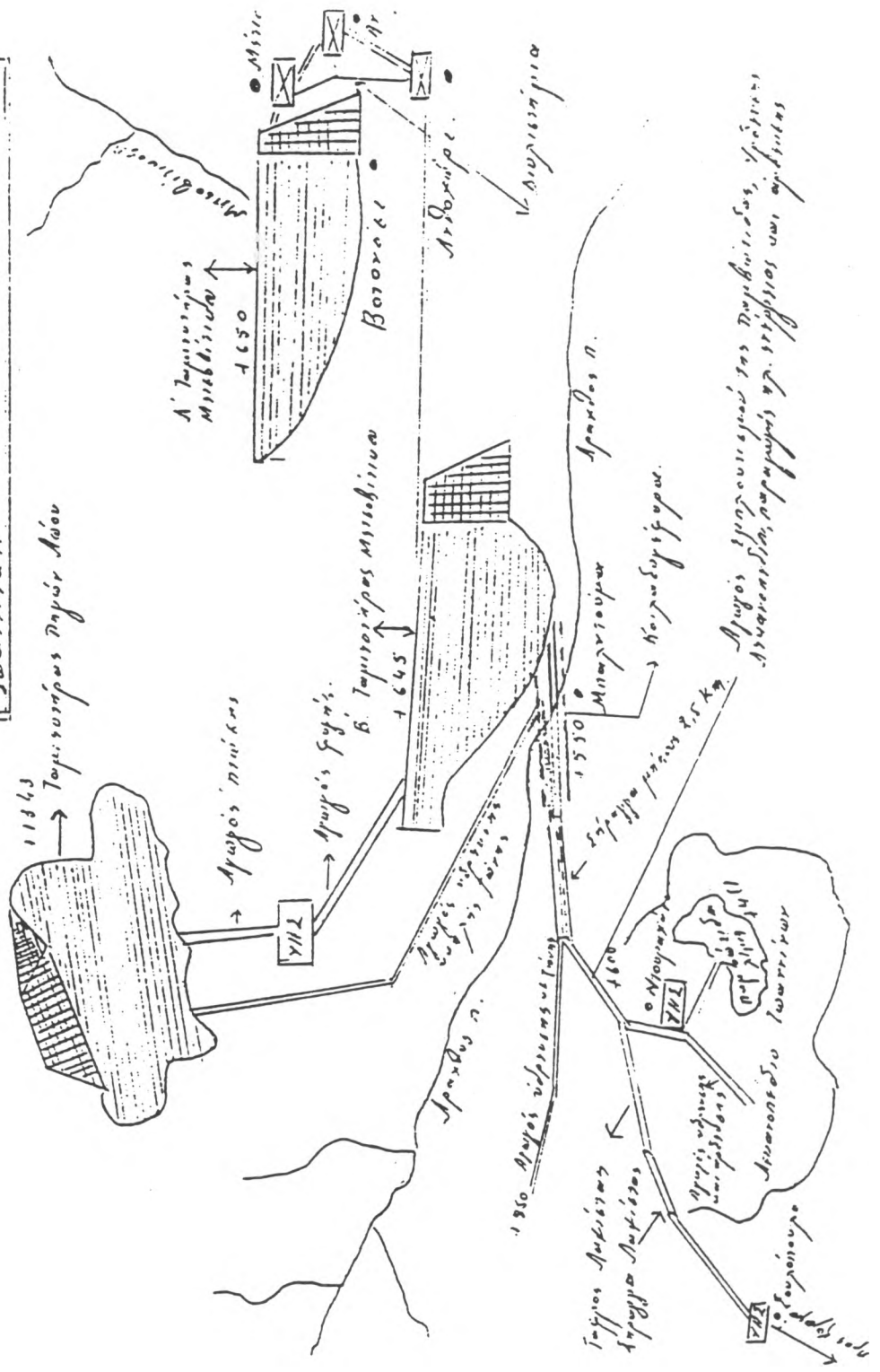






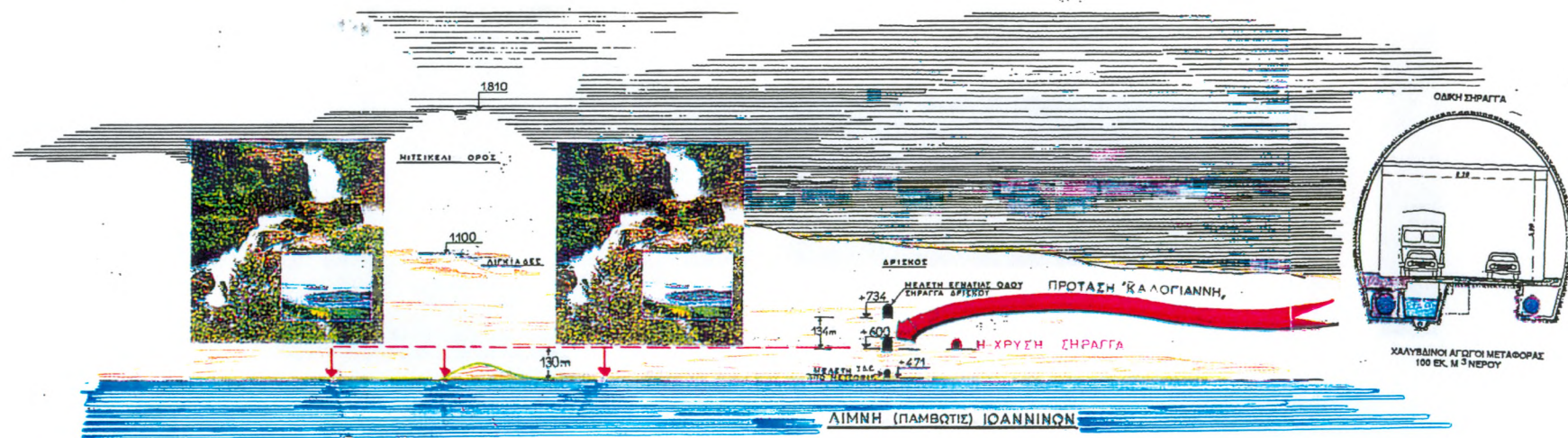
Χάρτης 7.4

Συμπενζυκω' διαβροσισμα εργασια  
 μεταφορας νερου απο ποταμου  
 (Παο υδα Μεσοβιουνο ενα πρκαταρτιση  
 Ιωαννινας)



Σχήμα 7.5

# Η ΧΡΥΣΗ ΣΗΡΑΓΓΑ ΤΟΥ ΕΛ. ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗ



Σχήμα 7.6

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρόγραμμα RIBASIM, αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τη χάραξη στρατηγικής στον τομέα της διαχείρισης των υδατικών πόρων σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος.

Όπως φάνηκε και από την παρούσα εργασία, είναι κατάλληλο και για μικρότερες υδρολογικές ενότητες, όπως αυτή του λεκανοπεδίου των Ιωαννίνων που αποτελεί μέρος της αρχικής μελέτης ολόκληρης της Ηπείρου.

Για τη σωστή εφαρμογή του προγράμματος απαιτείται ομάδα έμπειρων μελετητών που να γνωρίζει πολύ καλά την προς μελέτη περιοχή, μιας και απαιτείται πολλές φορές εκτίμηση διαφόρων παραμέτρων με τρόπο ώστε να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Στην παρούσα εργασία η επαλήθευση της ορθότητας των παραμέτρων που θεωρήσαμε, έγινε με την αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων μας, με τις μετρήσεις ενός κρίσιμου μεγέθους που είχαμε για μια συγκεκριμένη χρονιά (1994), των σταθμών της λίμνης.

Με βάση τα αναπτυξιακά σενάρια της περιοχής, τα σενάρια ύδρευσης και άρδευσης και των υπολοίπων χρήσεων του νερού, τη χωροχρονική εξέλιξη των υδρολογικών μεγεθών, μπορούμε να δούμε ποιά είναι η πιο ρεαλιστική πολιτική διαχείρισης, έτσι ώστε και η στάθμη της λίμνης να είναι εντός επιτρεπτών ορίων, αλλά και οι ανάγκες να ικανοποιούνται όσο το δυνατόν περισσότερο.

Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι το πρόγραμμα που εξετάστηκε δεν λαμβάνει υπόψη ποιοτικά δεδομένα για το νερό. Αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια άλλων προγραμμάτων τα οποία προσομοιώνουν τις ποιοτικές παραμέτρους της λίμνης.

Πλεονέκτημα δε του προγράμματος αποτελεί το γεγονός ότι μπορούμε να του δώσουμε οικονομικά δεδομένα. Ωστόσο, αυτά πρέπει να είναι μόνο ενός συγκεκριμένου έτους, όπως και τα δεδομένα των καλλιεργημένων εκτάσεων.

Από την εφαρμογή του μοντέλου RIBASIM (κεφάλαιο 6), προκύπτει ότι με το σημερινό επίπεδο υδατικών χρήσεων η λίμνη πρακτικώς επαρκεί σε υπερετήσια βάση για την κάλυψη των αναγκών, αν δεν τεθεί κανείς περιορισμός ως προς τη στάθμη. Ωστόσο, η παρατηρούμενη διακύμανση της στάθμης είναι απαράδεκτα μεγάλη. Γιά το λόγο αυτό κρίναμε σκόπιμο να χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο (δεύτερη εφαρμογή) θέτοντας κατώτατο επιτρεπτό όριο στη στάθμη, σε τρόπο ώστε η διακύμανση να μην υπερβαίνει τα 80 cm. Με αυτή την παραδοχή η λίμνη δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες και το τεθέν όριο, και προκύπτει έλλειμμα της τάξεως

των 15 hm<sup>3</sup> ετησίως για τις σημερινές συνθήκες. Το έλλειμμα αυτό αυξάνει σε 22 και 24 hm<sup>3</sup> ετησίως για τις συνθήκες του 2000 και 2015 αντίστοιχα, όπως έδειξαν αντίστοιχες εφαρμογές του μοντέλου για τις συνθήκες των ετών αυτών. Επισημαίνεται ότι, το όποιο έργο προσαγωγής νερού τυχόν κατασκευαστεί για την κάλυψη αυτών των ελλειμμάτων, θα έχει μόνο εποχιακό χαρακτήρα, δηλαδή το νερό που θα μεταφέρει στη λίμνη τελικώς θα υπερχειλίζει - διαφεύγει μέσω της τάφρου της Λαψίστας. Με αυτή τη λογική στην επιλογή του έργου που θα κατασκευαστεί θα πρέπει να ληφθεί πρωτίστως υπόψη η παράμετρος της οικονομικότητας, μιας και οι λόγοι κατασκευής του δεν είναι αυστηρά οικονομικοτεχνικοί αλλά κυρίως περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αξιοποίηση υδατικών πόρων Ηπείρου, Πρακτικά Δημερίδας , Ιωάννινα, 5 - 6 Μαΐου 1990.
- G. Assimakos : Water quality simulation of lake Pamvotis, Stockholm - Athens 1996.
- Δημοτική Επιχείρηση Λίμνης Ιωαννίνων : Διαχειριστική μελέτη λίμνης Παμβώτιδας Ιωαννίνων, Τόμοι Α΄ & Β΄, Ιωάννινα 1995.
- Δωδωναία Νομαρχία : Προσφυγή προς τα αρμόδια όργανα Ενωμένης Ευρώπης, Υπουργεία και Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση νομού Ιωαννίνων, Ιωάννινα 4 - 4 - 1995.
- E. Καλογιάννης : Η χρυσή σήραγγα, Ιωάννινα, Οκτώμβριος 1994.
- B. Λόγκαρη, E. Νικολάου : Η εξέλιξη των υδρογεωλογικών συνθηκών της στενότερης περιοχής της λίμνης Ιωαννίνων και οι παράγοντες που επέδρασαν στις ποσοτικές και ποιοτικές της παραμέτρους, Ι.Γ.Μ.Ε., Πρέβεζα, Σεπτέμβριος 1989.
- M. A. Μιμίκου : Τεχνολογία υδατικών πόρων, β΄ έκδοση, Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994.
- Νομαρχιακό Ταμείο Ιωαννίνων : Μελέτη σκοπιμότητας του πόσιμου νερού πηγών Αμαράντου, Γιάννινα, Ιούλιος 1986.
- Θ. Σ. Ξανθόπουλος : Ερευνητικό έργο Διερεύνηση ποιότητας και αφομοιωτικής ικανότητας νερών ποταμού Καλαμά και λίμνης Παμβώτιδας (Ιωαννίνων), Αθήνα, Δεκέμβριος 1984.
- Θ. Σ. Ξανθόπουλος : Εισαγωγή στην τεχνική υδρολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1990.
- N. B. Σούλης : Το κλίμα της Ηπείρου, Ιωάννινα 1994.
- T.E.E. T.H. : Η ρύπανση στο λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, Γιάννενα 1986.
- Γ. Τσακίρης : Έκθεση πραγματογνωμοσύνης σχετικά με προτάσεις μεταφοράς νερού από τον ποταμό Μετσοβίτικο στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων, Φεβρουάριος 1996.
- Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων : Μελέτη πιλότος για τη διαχείριση των υδατικών πόρων του υδατικού διαμερίσματος Ηπείρου, Τελική Έκθεση, Οκτώβριος 1993.



Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων : Μελέτη πιλότος για τη διαχείριση των υδατικών πόρων του υδατικού διαμερίσματος Ηπείρου, Τελική Έκθεση, Παράρτημα, Οκτώβριος 1993.

Υπουργείο Γεωργίας, Δ/ση Εγγείων Βελτιώσεων : Μελέτη οικονομοτεχνικής αξιολόγησης έργων μεταφοράς νερού για εμπλουτισμό της λίμνης Παμβώτιδας, Αθήνα 1996.

Υπουργείο Συντονισμού : Αρδευτικά έργα πεδιάδος Ιωαννίνων. Μελέτη οικονομικής σκοπιμότητας, Αθήναι 1966.

Δ. Γ. Χριστούλας : Το περιβαλλοντικό πρόβλημα μια φιλελεύθερη πρόταση, Ίδρυμα Πολιτικών Μελετών & Επιμόρφωσης, Δεκέμβριος 1987.

Δ. Χριστούλας, Κ. Χατζημπίρος, Α. Ανδρεαδάκης : Μαθήματα Οικολογίας, Ε.Μ.Π. 1995.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## Περιγραφή κομβικού δικτύου

Η σχηματοποίηση της υφιστάμενης κατάστασης για την Ήπειρο παρουσιάζεται στο ακόλουθο κιμβικό δίκτυο (ΥΒΕΤ, 1993)

Οι ακόλουθοι κόμβοι εισόδου αναπαριστούν τις εισροές στο σύστημα.

### Για το Λούρο:

- IF.LURO, απορροή στη λεκάνη Λούρου μέχρι την Κλεισούρα,
- TR.BOID, επιφανειακή απορροή της λεκάνης Μπιοιδά-Μαυρή,
- TR.LIBO, επιφανειακή απορροή των λεκανών Λιμποχοβίτικου και Ξηροποτάμου καθώς και των κατάντη της Σκάλας περιοχών,
- SP.KERA, απορροή που σχηματίζεται στη λεκάνη Λούρου μεταξύ Κλεισούρας και γέφυρας Ομορφάδας που περιλαμβάνει και την παροχή των πηγών Κεράσοβο και Βαθύ,
- SP.OMOR, απορροή που σχηματίζεται στη λεκάνη Λούρου μεταξύ γέφυρας Ομορφάδας και πηγών Αγίου Γεωργίου που περιλαμβάνει και την παροχή των πηγών Ομορφάδας,
- SP.AGGE, παροχή πηγών Αγίου Γεωργίου,
- SP.PRIA, παροχή πηγής Πριάλας,
- SP.CHAN, παροχή πηγών Χανόπουλου και Καμπής,
- SP.BARB, σχηματιζόμενες απορροές που συμβάλλουν στον Λούρο από το Φράγμα Λούρου μέχρι τις πηγές Μπαρμπανάκου (εκτός από τη λεκάνη Μπιοιδά-Μαυρή) που περιλαμβάνουν και την παροχή των πηγών Μπαρμπανάκου,

### Για τον Άραχθο:

- IF.ARAC, απορροή στη λεκάνη Αράχθου μέχρι τη συμβολή με το Διπόταμο,
- TR.DIPO, απορροή στη λεκάνη Διπόταμου (Βάρδα και Ζαγορίτικου),
- TR.KALA, απορροή στη λεκάνη Καλαρρίτικου,
- TR.KALE, απορροή στη λεκάνη Καλεντίνη και της λεκάνης μεταξύ Πλατανούσας και Πουρναρίου,
- SP.PLAT, απορροή που σχηματίζεται στη λεκάνη Αράχθου μεταξύ Διπόταμου και Πλατανούσας που περιλαμβάνει και την παροχή των πηγών Κλίφτη και Πλατανούσας,



COKLIM

61

TR.KIOT



85

81

CO.KIOT

DV.KKAL



89

91

DI.KKAL



92

LF.KALM

97

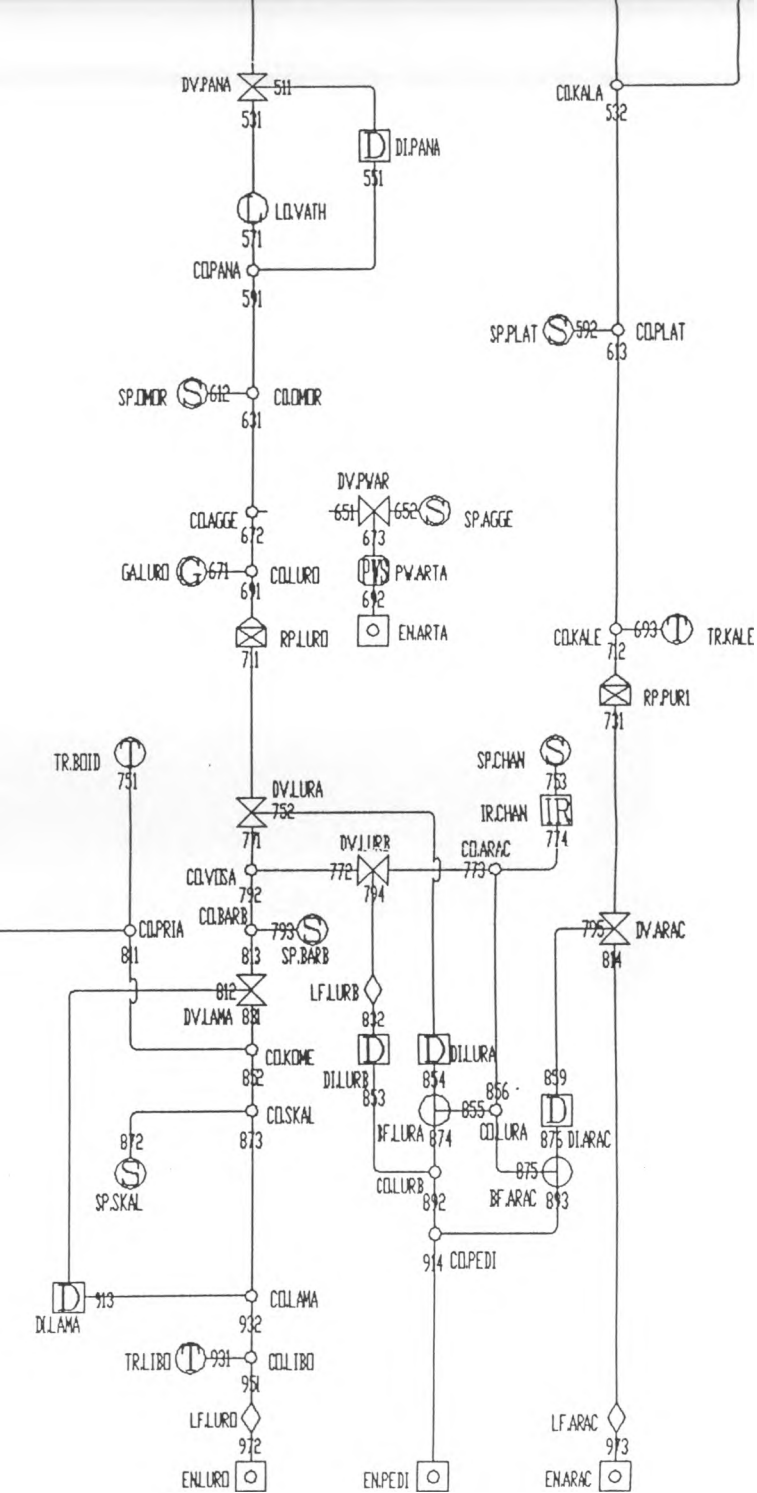
ENXALM

ENUKAL

SP.PRIA



79



Για τον Αώο:

IF.AOOS, απορροή της λεκάνης Αώου μέχρι το Φράγμα Πηγών Αώου,  
TR.ELEF, απορροή της λεκάνης Αώου από το Φράγμα Πηγών μέχρι τα σύνορα.

Για τον Σαραντάπορο:

TR.SARA, απορροή της λεκάνης Σαραντάπορου μέχρι τη συμβολή με Αώο.

Για τον Βοϊδομάτη:

TR.VOID, απορροή της λεκάνης Βοϊδομάτη μέχρι τη συμβολή με Αώο.

Για τον Δρίνο:

TR.DRIN, απορροή της λεκάνης Δρίνου μέχρι τα σύνορα.

Για τον Καλαμά:

IF.KALM, απορροή της λεκάνης Καλαμά μέχρι τη γέφυρα Αρετής,  
TR.ARET, απορροή της λεκάνης Καλαμά από τη γέφυρα Αρετής μέχρι τη Γλύζιανη.  
TR.KIOT, απορροή της λεκάνης Καλαμά κατάντη της Γλύζιανης.

Για την λεκάνη Ιωαννίνων:

IF.IOAN, συνολική εκφόρτιση της λεκάνης πλην των πηγών Κρύας και Τούμπας.  
SP.TUMP, συνεισφορά των πηγών Κρύας και Τούμπας.

Οι κόμβοι που αναπαριστούν διακύμανση της επιφανειακής παροχής στην καρστική λεκάνη του ποταμού Λούρου είναι:

LO.KUKL, μείωση της παροχής του Λούρου στο Κουκλέσι,  
LO.VATH, μείωση της παροχής του Λούρου στο Βαθύ,  
GA.LURO, αύξηση στην παροχή του Λούρου πάνω από το φράγμα Λούρου.

Ανά κατηγορία χρήσης, οι κόμβοι που αναπαριστούν τις χρήσεις στο σύστημα είναι:

Στη λεκάνη Λούρου:

PR.LURO, για ταμιευτήρα και σταθμό παραγωγής στο φράγμα Λούρου,  
IF.CHAN, για την αρδευόμενη περιοχή Καμπής-Χανόπουλου,  
FI.ZITA, για τα ιχθυοτροφεία Τερόβου και Ζήτα,  
FI.AGGE, για τα ιχθυοτροφεία στον Άγιο Γεώργιο,

PW.ARTA, για την ύδρευση των πόλεων Άρτας, Πρέβεζας και των οικισμών της πεδιάδας,

PW.BOID, για την ύδρευση της περιοχής Μποϊδά-Μαυρή,

DI.PANA, για την άρδευση των περιοχών Κερασώνα-Παναγιά, Δρυόφυτο-Ανώγεια με επιφανειακά και υπόγεια νερά καθώς και την κάλυψη των αναγκών ιχθυοκαλλιεργειών στην Παναγιά,

DI.LAMA, για την άρδευση της πεδιάδας Λάμαρης με επιφανειακά νερά,

DI.LURA, για την άρδευση της ζώνης Λούρου Α στην πεδιάδα Άρτας-Πρέβεζας με επιφανειακά και υπόγεια νερά,

DI.LURB, για την άρδευση της ζώνης Λούρου Β στην πεδιάδα Άρτας-Πρέβεζας με επιφανειακά και υπόγεια νερά.

#### Στη λεκάνη Αράχθου:

PR.PURI, για ταμιευτήρα και σταθμό παραγωγής στο φράγμα Πουρνάρι κοντά στην πόλη της Άρτας,

DI.ARAC, για την άρδευση της ζώνης Αράχθου και του αρδευτικού Βλαχερνάς-Γραμμενίσσας στην πεδιάδα Άρτας-Πρέβεζας με επιφανειακά και υπόγεια νερά καθώς και την κάλυψη των αναγκών ιχθυοκαλλιεργειών (χελοτροφεία) από υπόγεια νερά.

#### Στη λεκάνη Αώου:

PR.PIGE, για ταμιευτήρα και σταθμό παραγωγής στο φράγμα Πηγών Αώου,

IR.AIDO, για τα αρδευτικά έργα Αηδονοχωρίου και Μολυβδοσκεπάστης,

DI.KONI, για τα αρδευτικά έργα της πεδιάδας Κόνιτσας (Καλλιθέα-Κόνιτσα).

#### Στη λεκάνη Σαραντάπορου:

IR.MELI, για το αρδευτικό Μελισσόπετρας.

#### Στη λεκάνη Βοϊδομάτη:

DI.VOID, για τα αρδευτικά έργα Αριστερής και Δεξιάς όχθης Βοϊδομάτη.

#### Στη λεκάνη Δρίνου:

IR.DRIN, για την αρδευόμενη περιοχή Ρογοζίου-Πωγωνίου.



Στη λεκάνη Καλαμά:

IR.KUKL, για τα αρδευτικά Λίθινου και Κουκλιών-Μαζαρακίου,  
DI.VELA, για τα αρδευτικά Βελλά-Παρακαλάμου, Δολιανά, Ζαραβίνα, Ντριάμικα  
Παρακαλάμου, Ζακατάβλακα, Καταρράκτη Ριάχοβο.  
DI.KKAL, για τα αρδευτικά έργα της περιοχής Κάτω Καλαμά.

Στη λεκάνη Ιωαννίνων:

IR.ANAT, για τα αρδευτικά έργα Πόρου και Ανατολής,  
PW.IOAN, για την ύδρευση της πόλης Ιωαννίνων και του Συνδέσμου Κοινοτήτων  
Λεκάνης Ιωαννίνων.  
DI.LAPS, για το αρδευτικό έργο Λαψίστας-Ροδοτοπίου.

Σε σημαντικά σημεία του δικτύου οι ακόλουθοι κόμβοι αναπαριστούν απαίτηση συγκεκριμένης παροχής:

LF.LURO, στις εκβολές του Λούρου για περιβαλλοντικούς λόγους,  
LF.ARAC, στις εκβολές του Αράχθου για περιβαλλοντικούς λόγους.  
LF.AOOS, στα σύνορα με την Αλβανία για έλεγχο παροχής του ποταμού Αώου,  
LF.DRIN, στα σύνορα με την Αλβανία για έλεγχο παροχής του ποταμού Δρίνου,  
LF.KALM, στις εκβολές του Καλαμά για περιβαλλοντικούς λόγους.

Για την τεχνική αρτιότητα του συστήματος απαιτούνται κόμβοι τέρματος:

EN.LURO, στον άξονα του Λούρου,  
EN.ARTA, στον κλάδο για την ύδρευση της Άρτας,  
EN.PEDI, στο αποστραγγιστικό σύστημα της πεδιάδας Άρτας-Πρέβεζας,  
EN.ARAC, στον άξονα του Αραχθου,  
EN.ALBA, στα σύνορα με την Αλβανία,  
EN.KALM, στον άξονα του Καλαμά,  
EN.KKAL, στον κλάδο για την άρδευση του Κάτω Καλαμά,  
EN.ANAT, στον κλάδο για το αρδευτικό της Ανατολής,  
EN.PWIO, στον κλάδο για την ύδρευση των οικισμών της λεκάνης Ιωαννίνων.

Για την λεκάνη Αχέροντα:

Οι ακόλουθοι κόμβοι εισόδου αναπαριστούν τις εισροές στη λεκάνη:  
TR.KOKI, απορροή της λεκάνης του παραπόταμου Κωκυτού,

IF.ACHE, απορροή της λεκάνης Αχέροντα,

SP.KORO, συνεισφορά της πηγής Κορώνης στον ποταμό Αχέροντα.

Ανά κατηγορία χρήσης, οι κόμβοι που αναπαριστούν τις χρήσεις στη λεκάνη είναι:

DI.KORO, για το τμήμα των αρδευτικών έργων πεδιάδας Αχέροντα που αρδεύονται από την πηγή Κορώνης,

DI.GLIK, για το τμήμα των αρδευτικών έργων πεδιάδας Αχέροντα που αρδεύονται από τον Αχέροντα στο ύψος της γέφυρας Γλυκής,

DI.KOKI, για το τμήμα των αρδευτικών έργων πεδιάδας Αχέροντα που αρδεύονται από τον Κωκυτό.

Στις εκβολές του Αχέροντα ο κόμβος LF.ACHE αναπαριστά την απαίτηση συγκεκριμένης παροχής για περιβαλλοντικούς λόγους.

Για την τεχνική αρτιότητα του συστήματος στον άξονα του Αχέροντα, απαιτείται ο κόμβος τέρματος EN.ACHE.